5 G A
R 256

Volume 34, 1964 N° Spécial

L'OISEAU
ET LA
REVUE FRANÇAISE D'ORNITHOLOGIE



REVUE TRIMESTRIELLE
DE LA
SOCIÉTÉ ORNITHOLOGIQUE DE FRANCE
Rédaction : 55, rue de Buffon, Paris (Ve)

Source MNHN Paris

L'OISEAU

ET LA

REVUE FRANÇAISE D'ORNITHOLOGIE

fondée sous la direction de J. DELACOUR

Comité de Rédaction :

MM. J. BERLIOZ, R.-D. ETCHECOPAR
et M. LEGENDRE

Abonnement annuel : France et Etranger : 34 F.

Toute correspondance concernant la Revue doit être adressée au Secrétariat : 55, rue de Buffon, Paris (V^{e}).

Tout envoi d'argent doit être adressé au nom de la « Société Ornithologique de France ».

Compte Chèques Postaux Paris 544-78.

AVIS IMPORTANT

Dans le but d'être utile à tous, nous vous proposons de centraliser toutes les demandes et toutes les offres concernant les annuités anciennes de la Revue ; nous prions donc tous ceux d'entre nous qui ont des fascicules en double, ou des années dont ils voudraient se dessaisir, de nous le faire savoir en nous indiquant leurs conditions.

La rédaction ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les auteurs des articles insérés dans la *Revue*.

La reproduction, sans indication de source ni de nom d'auteur, des articles publiés dans la *Revue* est interdite.

Les auteurs sont priés d'envoyer leurs manuscrits dactylographiés, sans aucune indication typographique.

Source MNHN Paris

Ir 256

RECHERCHES ECOLOGIQUES SUR LES OISEAUX DE L'ARCHIPEL DE POINTE GEOLOGIE

PAR

Patrick ARNAUD, Robert GUILLARD,
Jean PREVOST et Jean SAPIN-JALOUSTRE

Biologistes des Expéditions Polaires Françaises
(Missions Paul-Emile Victor)



L'OISEAU ET LA REVUE FRANÇAISE D'ORNITHOLOGIE
Volume 34 - 1964 - N° spécial
55, rue de Buffon - Paris-V^e

Source MNHN Paris

SOMMAIRE

Source MNHN Paris


BIBL DU
MUSEUM
D'HIST.
NATUR.
Source : MNHN, Paris

INTRODUCTION

Depuis les premières recherches du Dr Jean SAPIN-JALOUSTRE en Terre Adélie (1949-51), il a été possible, grâce à la compréhension de Paul-Emile VICTOR et du C.N.F.R.A., d'effectuer presque chaque année des observations ornithologiques dans cette région particulièrement inshospitalière du Continent antarctique. Tous les ornithologistes français connaissent les deux belles monographies de Jean SAPIN-JALOUSTRE et de Jean PRÉVOST sur le Manchot Adélie (1960) et le Manchot empereur (1961) ; les lecteurs de *L'Oiseau et R.F.O.* et d'*Alauda* sont également familiers avec les observations sur les Procellariens antarctiques du second de ces naturalistes, ainsi que du Dr J. CENDRON.

L'œuvre commencée dans l'enthousiasme et avec des moyens de fortune il y a quinze ans, se continue chaque année. Biologistes ou techniciens des expéditions successives ont pu, en marge de leurs travaux personnels, continuer les dénombrements, suivre l'évolution des colonies, baguer et recapturer un nombre important d'oiseaux. Les colonies de Manchots et de Pétrels de la région de Pointe Géologie sont ainsi devenues les mieux connues du continent austral et ces observations à long terme ont mis en évidence une foule de faits curieux qui appellent à leur tour de nouvelles observations.

Il est particulièrement heureux que ce fascicule spécial de *L'Oiseau et la Revue Française d'Ornithologie* ait permis de grouper quatre rapports que l'on doit considérer comme le supplément logique des deux monographies précédemment citées. Espérons que cette enquête à long terme pourra encore se continuer pendant de nombreuses années, et que l'effort de baguage pourra être intensifié. Les résultats que l'on peut en attendre dépassent de loin le plan strictement ornithologique.

Professeur F. BOURLIÈRE.

PLANCHE I

Les Manchots empereurs dispersés sur la zone de reproduction peu après l'arrivée ; on remarquera que de nombreux individus sont déjà appariés. Au premier plan, l'île J. Rostand et l'abri Prévost ; à droite, l'île A. Carrel en arrière de laquelle la mer est encore libre de glace (2 avril 1962).

Source MNHN Paris

OBSERVATIONS ECOLOGIQUES A LA COLONIE DE MANCHOTS EMPEREURS DE POINTE GEOLOGIE (TERRE ADELIE) EN 1962

par Patrick ARNAUD

La colonie de Manchots empereurs de Pointe Géologie, Terre Adélie (66°40'S., 140°01' E.), a déjà fait l'objet de plusieurs études écologiques (PRÉVOST 1953, 1958, 1961). Nous avons pu nous-même faire un certain nombre d'observations pendant le cycle reproducteur de l'année 1962 (mars à décembre) : ces observations ont été effectuées au cours de 75 visites (Tableau I) à la colonie pendant cette période.

Pour en rendre compte, nous avons tenu à nous limiter aux résultats qui nous ont paru les plus originaux ou à ceux susceptibles de confirmer ou compléter les données écologiques antérieures.

Nous traiterons donc successivement du cycle reproducteur annuel entre l'arrivée des oiseaux à la côte et leur départ, de la dynamique de la population et en particulier de la mortalité chez les différentes classes d'âge. Enfin, il nous a paru utile de regrouper à la fin de cette note les observations fort diverses qui n'avaient pu trouver place dans les précédents chapitres, notamment le comportement des inemployés, le nomadisme des *Aptenodytes forsteri* sur la zone de reproduction et le comportement des oiseaux en captivité.

Nous tenons à remercier ceux de nos camarades qui nous ont apporté leur aide sur le terrain (en particulier P. CHALLON), ainsi que J. PRÉVOST dont les conseils nous ont facilité la rédaction de cette note.

Source MNHN, Paris

TABLEAU I

Calendrier des visites à la colonie en 1962

Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
2	8	1	1	5	10	3	4	2
15	9	2	4	7	11	8	9	7
16	12	3	5	8	14	12	13	13
25	13	12	8	9	18	13	16	
	17	17	10	11	21	14	18	
	19	24	15	12	23	17	23	
	21	28	17	14	25	22	27	
	22		20	16	28	23		
	27		21	19	30	28		
	28		26	23		31		
	29		29	27				
			30	31				

I. LE CYCLE ANNUEL

A) L'ARRIVÉE A LA COLONIE

Les trois premiers Manchots empereurs ont été aperçus le 26 février 1962 nageant entre l'île des Pétrels et l'île Jean Rostand ; deux autres étaient encore observés le lendemain et disparurent par la suite comme les précédents. Ces retours anticipés, déjà observés antérieurement (PRÉVOST, 1961), sont probablement le fait d'oiseaux inexpérimentés, mais il ne nous a pas été possible de contrôler leur poids pour en avoir la preuve.

Le 9 mars, un adulte stationnait quelques heures sur la glace de mer à proximité de l'île des Pétrels avant de se diriger vers la zone de reproduction. Il s'agissait en réalité du premier arrivant à en juger par les dates des précédentes années d'observation, le 10 mars 1952 et le 11 mars 1956 (PRÉVOST, 1961). Malheureusement, il nous fallut attendre plus d'un mois avant de pouvoir accéder à la zone de reproduction qui, il faut le souligner, *était alors le seul bras de mer pris par la glace.*

Pendant cette période, nous nous sommes contentés de noter la fréquence des arrivées et les principales voies d'accès utilisées par les oiseaux (Fig. 1).

Source MNHN Paris

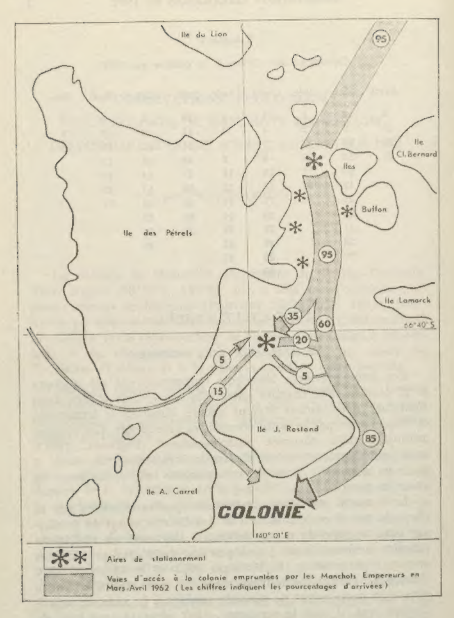


Fig. 1.

Source MNHN Paris

Vers la fin mars, la mer commença à geler sur de grandes étendues et les arrivées eurent lieu non plus à la nage mais sur la glace de mer. De longues processions comprenant jusqu'à 250 oiseaux (25 mars) et même 500 à 600 (28 mars) se dirigeaient vers la colonie, entrecoupant leur marche d'arrêts plus ou moins prolongés sur des emplacements souvent réoccupés les jours suivants par de nouveaux arrivants (Fig. 1).

Il faut enfin noter qu'au mois de mars des Manchots empereurs pêchaient fréquemment autour de l'île des Pétrels. Il ne nous a pas été possible de vérifier par autopsie l'importance et la nature de leurs prélèvements alimentaires.

B) La pariade

Le 2 avril, 5.000 à 6.000 oiseaux étaient présents, largement dispersés sur la zone de reproduction ; la majorité des couples était alors formée ou en cours de formation ; une dizaine de « trios », comprenant tous un mâle et deux femelles, animaient la colonie de leurs échanges de coups d'ailerons.

Les 15 et 16 avril, la dispersion des oiseaux était encore plus grande que précédemment et nous avions l'occasion d'observer un « quatuor » comprenant un mâle et trois femelles ; leur comportement était analogue à celui des membres des « trios » habituels. De tels « trios » furent encore observés les 8, 13, 19, 21 mai et 3 juin, ainsi qu'un « quatuor » le 8 mai. Prévost (comm. pers.) avait aussi observé des groupes de trois, quatre et même six oiseaux au début du mois de mai ; ils étaient formés en majorité d'individus récemment arrivés à la colonie (entre les 10 avril et 10 mai).

A cette époque nous avons noté que, lors des déplacements des couples, le mâle était toujours en tête.

Le 25 avril, nous observions deux copulations (1), mais un début de débâcle et le pourrissement de la glace de mer empêchèrent toute visite à la colonie jusqu'au 8 mai. Le nombre des copulations semble passer par un maximum au milieu du mois de mai.

Dans plusieurs cas, trois sur onze observations, nous

(1) Ce n'étaient probablement pas les premières de l'année, Prévost (1961) en ayant observé dès le 10 avril en 1952 et le 17 avril en 1956.

Source MNHN, Paris

vîmes le mâle toucher du bec la femelle couchée sur la glace sans essayer de grimper sur son dos ; ces ébauches de copulation étaient-elles dues à des reproducteurs inexpérimentés ou à un retard dans la maturation sexuelle d'un adulte expérimenté ? Nous ne pouvons en décider.

Le même jour, alors qu'un mâle, grimpé sur le dos de sa partenaire, s'apprêtait à la féconder, une femelle s'approcha d'eux et se mit à chanter, en se détournant pour lui donner un coup de bec, le mâle perdit l'équilibre et tomba lourdement sur la glace. Cette observation montre que la curiosité manifestée par certains oiseaux pour les copulations n'est pas exclusivement le fait des mâles, comme l'avaient noté PRÉVOST (1961) chez le Manchot empereur et STONEHOUSE (1960) chez le Manchot royal.

C) La ponte

Il ne nous avait pas été possible d'observer la ponte du premier œuf, puisque, comme nous l'avons dit plus haut, l'accès à la colonie nous a été interdit jusqu'au 8 mai. D'après la date de l'éclosion du premier poussin (5 juillet) et la durée de l'incubation, elle a dû se produire entre le 1er et le 5 mai.

A la colonie de l'île Haswell, proche de la base soviétique de Mirny, le Dr M. E. PRYOR nous a dit avoir trouvé le premier œuf le 6 mai 1962. Le décalage entre ces deux colonies de reproduction est donc négligeable.

Nous avons pu observer plusieurs pontes au cours du mois de mai. Pour l'une d'elles, une seule contraction provoqua l'expulsion complète de l'œuf, alors que pour une autre, six furent nécessaires. Dans ce dernier cas, la femelle émit peu après la ponte un signal sonore très particulier, bref et faible, qui nous a semblé être un cri de souffrance.

Bien que nous n'ayons rien à ajouter à ce qui a déjà été dit sur la ponte (PRÉVOST, 1961), nous insisterons sur la *grande variabilité du comportement selon les couples :*

Ainsi les gestes de défense à l'égard des voisins immédiats (renversement en arrière et torsion latérale de la tête s'observent soit chez la femelle seule, soit chez les deux partenaires ;

Le mâle peut, selon les cas, manifester une totale indifférence ou une grande impatience ;

Source : MNHN, Paris

Le mâle peut rester silencieux après l'apparition de l'œuf, contrairement à ce qu'indique Prévost (1961) ;

La ponte peut être immédiatement suivie ou non d'une parade mutuelle.

Signalons que nous avons trouvé, abandonné, un œuf exceptionnel, mesurant 116,8 mm sur 92,7 mm et pesant 582 g. C'est à notre connaissance le spécimen le plus volumineux observé chez le Manchot empereur. En 1956, Korotkevitch (cité par Prévost, 1961), avait récolté un exemplaire de 544 g à la colonie de l'île Haswell.

D) Le départ des femelles

On sait que la femelle donne l'œuf au mâle dans les heures qui suivent la ponte et part à la pêche pour ne revenir que quelques jours après l'éclosion du poussin (Prévost, 1958). Nous savons aussi qu'avant son départ elle tourne fréquemment autour de son partenaire en utilisant une démarche très particulière (Prévost, 1961).

Nous avons fait les mêmes observations chez de nombreux couples, mais dans deux d'entre eux *aucun des oiseaux ne possédait d'œuf*. Il s'agissait peut-être alors de femelles ayant perdu le leur peu après la ponte, ou simplement d'un comportement d'imitation. Rappelons qu'en juillet les mâles, au moment de leur départ, piétinent aussi autour de leur femelle ; mais leur démarche est moins caractéristique que celle des femelles en mai (Prévost, comm. pers.).

Tableau II

Nombre quotidien de femelles quittant la colonie
(Trois heures d'observation)

3	mai	=	12	départs		25	mai	=	150	départs
6	»	=	18	»		27	»	=	11	»
8	»	=	100	»	env.	28	»	=	3	»
11	»	=	250	»	»	30	»	=	3	»
16	»	=	300	»	»	2	juin	=	8	»
17	»	=	350	»	»	12	»	=	2	»
19	»	=	120	»		17	»	=	4	»

Source MNHN Paris

En 1962, les premiers adultes quittant la colonie furent observés les 21 (2 individus), 25 (3 individus) et 30 avril (5 individus), donc avant les premières pontes. C'était à n'en pas douter des adultes inexpérimentés, incapables de prolonger plus longtemps leur jeûne physiologique.

Les départs des femelles passèrent par un maximum entre les 10 et 25 mai, comme l'indiquent les chiffres suivants, obtenus par comptage systématique pendant environ trois heures par jour (Tableau II).

E) Le retour des femelles

Dès le 7 mai, trente deux femelles revenaient à la colonie. Le retour prématuré de tels oiseaux, déjà observé par Prévost le 10 mai 1952 (comm. pers.), reste inexpliqué.

Ces exceptions mises à part, les premiers retours furent observés les 24 et 28 juin ; nous savons, d'après Prévost (1961), que les premières femelles reviennent à la côte entre les 18 et 30 juin selon les années. Cet auteur a également précisé qu'il lui fallut attendre le 15 juillet pour voir augmenter sensiblement l'effectif des arrivants. Nos observations concordent donc parfaitement avec les siennes (Tableau III).

Tableau III

Nombre quotidien d'arrivées à la colonie
entre les 24 juin et 5 août

24 juin	=	7	17 juillet	=	53
28 »	=	12	18 »		144
1er juillet	=	4	19 »		98
4 »	=	4	20 »	=	20
5 »	=	4	24 »		52
6 »	=	8	26 »		80
14 »	=	6	29 »		150
15 »	=	22	5 août	=	100

Deux faits importants intervenus à ce stade méritent d'être soulignés. Après la tempête des 8 et 9 juin (vent soufflant à 180 km/h accompagné d'un notable réchauffement), l'archipel de Pointe Géologie fut entièrement libéré de glace *à l'exception de l'emplacement de la colonie*, ce qui montre une fois de plus la relative stabilité de cette zone, la première à

Source MNHN, Paris

geler de tout l'archipel et par voie de conséquence la dernière à se libérer en cas de débâcle.

De plus, malgré cette débâcle, *les premiers retours des femelles à la colonie ne furent pas plus précoces que les autres années*. Ceci tend à confirmer que la date de leur retour est fixé par un mécanisme hormonal, comme le suppose STONEHOUSE (1953), la distance à parcourir sur la glace ou dans l'eau n'intervenant pas.

F) La relève du couveur et l'éclosion

Le 1 juillet, nous notions une animation extraordinaire à la colonie, contrastant vivement avec le calme des jours précédents. L'intense activité physique et vocale des oiseaux couveurs était sans doute provoquée par les femelles arrivantes. STONEHOUSE (1953) a fait une constatation similaire aux îlots de Dion le 19 juin 1949 et PRÉVOST (comm. pers.) a aussi observé une rapide augmentation de l'activité physique et vocale des oiseaux entre les 29 juin et 2 juillet 1952, plus soudaine encore en 1956 (1 et 2 juillet).

Un couple paradait déjà et, peu après, la femelle s'emparait de l'œuf et le mâle quittait la colonie. Cependant, aucune éclosion ne fut observée ce jour-là.

Le 5 juillet, trois femelles seules couvaient un œuf, leur repli cutané abdominal à demi abaissé ; leurs partenaires avaient donc déjà quitté la colonie. Ils n'étaient pas les premiers puisque nous en avions déjà observé deux se dirigeant vers le large dès le 2 juillet.

Les deux premiers poussins furent aperçus le 5 juillet ; la similitude de cette date avec celles indiquées par PRÉVOST (1961, — le 4 juillet pour les années 1952 et 1956 — est remarquable. L'un de ces poussins était déjà alimenté par sa mère.

Dès le 20 juillet, plusieurs centaines de poussins étaient nés à la colonie et la glace était jonchée de débris de coquilles d'œufs.

G) L'élevage des poussins

Les premiers couples « se tenant compagnie » furent observés le 29 juillet ; les deux oiseaux couvaient soit deux

Source MNHN Paris

poussins, soit un œuf et un poussin. Ce type de comportement devint très fréquent en août, rare au début septembre, et réapparut à la fin de ce mois pour disparaître définitivement le 29 septembre.

Le 21 septembre, nous observions même trois oiseaux disposés en triangle et chantant simultanément, chacun d'eux ayant un poussin sur ses pattes. Il s'agissait donc d'un « trio » où deux oiseaux étaient en compétition pour parader avec un troisième.

H) Emancipation des poussins

C'est le 16 août que les premiers poussins sortirent des « poches incubatrices » de leurs parents. Nous notions alors : « Beaucoup de poussins très gros et plus sombres que les autres sont prêts à quitter l'abri des replis ventraux de leurs couveurs. Certains sortent quelques minutes et résistent quand l'adulte veut les abriter à nouveau. Ils font quelques pas, la tête en avant, en perte d'équilibre, pour partir à l'aventure ou réintégrer la « poche » de leurs parents. »

Quarante et un jours séparent donc la première éclosion observée de la première sortie des poussins. En 1952, cette durée était de 50 jours et en 1956 de 40 jours (Prévost, 1961). Ces différences semblent montrer que les facteurs météorologiques et alimentaires peuvent influencer sensiblement la durée du séjour dans la « poche incubatrice ».

Le 19, une dizaine de poussins se tenaient à côté de leurs anciens couveurs. L'un de ces derniers empêchait un poussin de s'abriter dans sa « poche », tandis que deux autres faisaient de même avec des sujets beaucoup plus petits et qu'ils venaient de perdre. La présence des poussins libres déclenche-t-elle chez les adultes un *refus prématuré de couver ?* Nous n'avons pu en obtenir la preuve.

Le 23, sous de violentes rafales de chasse neige, les poussins émancipés, au nombre d'une centaine, essayaient de s'abriter entre les pattes d'adultes déjà porteurs de leur propre jeune ; ils en étaient alors empêchés par de violents coups de bec. Quatre jours plus tard, dans des conditions météorologiques identiques, un adulte abritait avec sérénité deux poussins sous son repli abdominal. Le 22 octobre enfin, le dernier poussin encore abrité par son couveur était libéré.

Source MNHN Paris

I) Acquisition du comportement de l'adulte

Dès leur émancipation, le 16 août, les poussins agitaient leurs ailerons, le cou tendu, et se grattaient à l'aide du bec. Le 10 septembre, après une tempête où le vent souffla à plus de 100 km/h pendant une semaine (faisant 110 victimes, comme nous le verrons plus loin), les poussins libres étaient groupés pour la première fois en onze « tortues » comptant de 20 à 150 individus chacune. Le lendemain, plusieurs dizaines d'entre eux dormaient, le bec glissé entre la partie postérieure de l'aileron et le corps. Cette posture, particulièrement fréquente par beau temps, fut notée pour la dernière fois le 16 novembre.

Le 21 novembre, plusieurs poussins étaient couchés sur la glace, la face plantaire des pattes dirigée vers le ciel. Cette position des pattes, on le sait, n'a pour but que d'évacuer l'excès de chaleur interne. C'est pourquoi elle est particulièrement fréquente par temps calme et ensoleillé et concerne surtout les poussins les mieux alimentés. Ces mêmes poussins étaient aussi, et pour les mêmes raisons, très avides de neige.

J) La mue et le départ de la colonie

a) *Mue des poussins.*

Le 31 octobre, un seul poussin montrait des signes de mues au niveau de l'extrémité des ailerons et dans la région caudale. Il fallut attendre le 13 novembre pour observer des stades identiques chez d'autres sujets ; quinze jours plus tard, chez plusieurs de ces derniers, la partie inférieure de l'abdomen était totalement blanche. Le 13 décembre, tous les poussins étaient en mue ; certains d'entre eux possédaient encore quelques touffes de duvet sur la région ventrale, d'autres n'en avaient plus que sur le dos et au sommet de la tête.

b) *Mue des immatures de seconde année.*

Les deux premiers immatures furent observés à la colonie le 2 décembre (1). L'un d'eux avait le menton gris, alors

(1) En 1952 et 1956, ces arrivées eurent lieu les 28 novembre et 6 décembre respectivement (Prévost, 1961). A la colonie de l'île Haswell en 1962, les deux premiers oiseaux furent notés le 10 décembre (Pryor, comm. pers.).

Source MNHN Paris

que celui de l'autre était blanc avec, à la partie inférieure, un liseré de plumes noires. A notre approche, ils nous firent face dans l'attitude de défense que prennent quelquefois les adultes (ailerons écartés, tête dressée) L'un d'eux émit même le chant de cour, bec pointé vers le sol.

Quatre étaient dénombrés le 7 et un cinquième était aperçu le lendemain à proximité de la colonie. Aucun de ces oiseaux ne présentait alors de signe de mue Le 13 du même mois toutefois, l'un de ces immatures, en fuyant devant nous en toboganning, perdait en quelques secondes la quasi-totalité de ses plumes ventrales.

c) *Mue des adultes.*

Le premier adulte en mue fut noté le 13 décembre. Cette date est intéressante à rapprocher de celle observée à la colonie de l'île Haswell par Pryor (comm pers., : 12 décembre 1962. Ceci confirme le remarquable synchronisme des événements du cycle annuel dans les colonies de Pointe Géologie et de l'île Haswell.

Chez cet adulte, l'ancien plumage avait disparu sur les ailerons et dans les régions dorsale et caudale

d) *Départ de la colonie.*

Le départ des premiers poussins eut lieu le 18 décembre ; ce jour là, R. Guillard (comm. pers) observa l'un d'eux au bord de l'eau libre ; couché sur la glace de mer, il plongeait le bec dans l'eau, hésitait longtemps, puis se jetait à l'eau et disparaissait.

Nous étions malheureusement absent de l'archipel lorsque se produisit la débâcle qui allait emporter la majorité des Manchots empereurs entre le 22 et 26 décembre.

Le 28, nous notions que la zone de reproduction était encore occupée par de la glace de mer très fracturée sur laquelle se tenaient encore une centaine de poussins et d'adultes Cent autres étaient groupés sur le continent lui-même, au Sud-Ouest du Nunatak du Bon Docteur Le 30 enfin, la débâcle était totale dans l'archipel de Pointe Géologie.

Source MNHN Paris

K) Comparaison avec les autres années d'observation

Dans le tableau suivant, nous avons voulu mettre en parallèle les dates des principaux événements du cycle annuel 1962 et celles des cycles antérieurs (Prévost, 1961).

Tableau IV

Comparaison des dates des principaux événements du cycle annuel pour les années 1952, 1956 et 1962

	1952	1956	1962
Premières arrivées à la colonie	10 III	11 III	9-III
Première copulation observée	11 IV (1)	17-IV	25 IV
Dernières arrivées	25 IV	25 IV	Fin IV
Première ponte observée	5-V	1-V	1re sem V
Dernière ponte observée	4 VI	12 VI	?
Premiers retours de femelles après leur voyage alimentaire	20-VI	28 VI	24 VI
Première éclosion observée	4 VII	4-VII	7 VII
Première bataille d'adultes	7 VII	19 VI	27 V
Premières sorties de poussins hors des « poches incubatrices »	1 VIII	23 VIII	16 VIII
Premières « tortues » et « crèches » de poussins	8-IX	4-IX	10 IX
Premiers départs d'immatures de 1re année	11-XII	1-XII	8-XII
Arrivée du 1er immature de 2e année	28-XI	6-XII	2-XII
Premier adulte en mue	11 XII	1 XII	13 XII
Départ ou dislocation de la colonie	2[illegible] XII	20 XII	24 XII

(1) Prévost (1961) indique le 10-IV p. 88. Il ne s'agissait ce jour là que d'une tentative infructueuse (Prévost, comm. pers.).

II. DYNAMIQUE DE LA POPULATION

L'essentiel de nos informations dans ce domaine provient de l'étude systématique de la mortalité au stade des œufs, des poussins et des adultes. Un dénombrement précis des poussins par comptage direct, effectué le 4 novembre 1962, nous a permis de fixer le nombre des poussins éclos à 4 945 et celui des œufs pondus à 5 623. Ces chiffres ont servi de base de référence à tous les calculs qui vont suivre.

Le dénombrement a pu être fait grâce à l'aide de cinq de nos camarades, qui rabattirent les poussins vers un large

Source MNHN Paris

Tableau V

Chronologie des pertes d'œufs en 1962

Date		Nombre	Total mensuel	Total annuel
Mai	8	10	10	»
	9	10	20	»
	12	17	37	»
	13	8	45	»
	17	72	117	»
	19	53	170	»
	21	66	236	»
	22	40	276	»
	27	53	329	idem
	28	33	362	»
	29	33	395	»
	31	30	425	»
Juin	2	20	20	445
	3	12	32	457
	12	16	48	473
	17	18	66	491
	24	19	85	510
	28	26	111	536
Juill.	4	13	13	549
	5	4	17	553
	8	5	22	558
	10	3	25	561
	15	4	29	565
	17	10	39	575
	20	5	44	580
	21	5	49	585
	26	7	56	592
	29	7	63	599
	30	3	66	602
Août	5	0	0	602
	7	3	3	605
	8	5	8	610
	9	3	11	613
	11	2	13	615
	12	0	13	615
	14	9	22	624
	16	6	28	630
	19	7	35	637
	23	7	42	644
	27	7	49	651
	31	13	62	664
Sept.	10	4	4	668
	11	3	7	671
	14	0	7	671
	18	1	8	672
	21	3	11	675
Oct.	12	1	1	676
	14	1	2	677
	31	1	3	678

Source MNHN Paris

goulet fait de planches disposées en V, à la sortie duquel nous les comptions un par un. Les deux murs de planches convergents avaient une trentaine de centimètres de hauteur et 5 mètres de longueur ; ils formaient entre eux un angle voisin de 120 degrés. Les poussins n'acceptèrent de franchir le goulet que lorsque l'écartement des planches fut augmenté jusqu'à près d'un mètre.

Plus de trois heures furent nécessaires pour mener à bien ce dénombrement, dont la précision est évidemment très supérieure à celle de toutes les méthodes indirectes souvent utilisées.

A) Mortalité au stade des œufs

a) *Chronologie des pertes d'œufs en 1962.*

Voir le tableau V.

b) *Comparaison avec la mortalité des années 1952 et 1956* (Prévost, 1961, p. 165).

Il faut noter la remarquable analogie entre les chiffres de 1962 et ceux de 1956. Au mois de mai, l'importance des abandons (provoqués, pensons-nous, par la présence de jeunes reproducteurs) est extrêmement grande et les pourcentages respectifs des deux années sont très voisins. Les pourcentages des autres mois ne sont pas très éloignés les uns des autres. Enfin, le total des œufs perdus est identique à une unité près.

Tableau VI

Mortalité au stade des œufs en 1952, 1956 et 1962

	1952	1956	1962
Mai ..	56 (21,1 %)	340 (50,1 %)	425 (62,6 %)
Juin	34 (12,8 %)	98 (14,4 %)	111 (16,3 %)
Juillet	47 (17,7 %)	114 (16,8 %)	66 (9,7 %)
Août	119 (44,9 %)	99 (14,6 %)	62 (9,1 %)
Reste	9 (3,4 %)	28 (4,1 %)	14 (2,0 %)
Total	265	679	678

Source MNHN Paris

c) *Causes de mortalité et comparaison avec celles de 1956* (PRÉVOST, 1961, p. 167).

Les causes de mortalité ne sont guère différentes de ce qu'elles étaient en 1956 et l'on remarquera surtout le nombre important d'œufs abandonnés au cours de ces deux années sur les emplacements de « tortues ».

TABLEAU VII

Causes de mortalité au stade des œufs en 1956 et 1962

	1956	1962
Œufs perdus dans les « tortues »	195 (28,7 %)	279 (41,1 %)
Œufs brisés à la suite de batailles	45 (6,6 %)	9 (1,3 %)
Œufs perdus dans les difficultés du terrain	38 (5,5 %)	31 (4,5 %)
Œufs de femelles mortes lors de la ponte	4 (0,5 %)	0
Œufs délaissés par des femelles esseulées	5 (0,7 %)	10 (1,4 %)
Œufs putréfiés	143 (21,0 %)	72 (10,6 %)
Causes indéterminées	249 (36,6 %)	277 (41,0 %)
Total :	679	678

d) *Conclusion sur la mortalité au stade des œufs.*

Les pertes d'œufs représentent 50,1 % de la mortalité totale contre 16,1 % en 1952 ; 45,4 % en 1956 et 20 % environ en 1958).

Le pourcentage de mortalité au stade des œufs, par rapport au nombre total d'œufs pondus (5.623 œufs, est de 12,0 % (contre 4,35 % en 1952, 11,3 % en 1956 et 7 % environ en 1958).

B) MORTALITÉ AU STADE DES POUSSINS

a) *Chronologie des pertes de poussins en 1962.*

Le tableau VIII indique la chronologie des décès entre les mois de juillet et décembre.

Source MNHN Paris

Tableau VIII

Chronologie des pertes de poussins en 1962

Date		Nombre	Total mensuel	Total annuel
Juill.	17	3	3	»
	20	2	5	»
	21	3	8	»
	26	12	20	»
	29	25	45	»
	30	16	61	»
Août	5	9	9	70
	7	11	20	81
	8	5	25	86
	9	1	26	87
	11	8	34	95
	12	0	34	95
	14	9	43	104
	16	2	45	106
	19	9	54	115
	23	17	71	132
	27	30	101	162
	31	142	243	304
Sept.	10	58	58	362
	11	17	75	379
	14	20	95	399
	18	14	109	413
	21	25	134	438
	23	7	141	445
	25	6	147	451
	28	0	147	451
	30	2	149	453
Oct.	3	13	13	[illegible]
	8	22	35	[illegible]
	12	23	58	511
	13	19	77	[illegible]
	14	5	82	[illegible]
	17	39	121	[illegible]
	22	34	155	608
	23	4	159	612
	28	21	180	[illegible]
	31	20	200	[illegible]
Nov.	4	6	6	659
	9	7	13	666
	13	3	16	669
	16	3	19	672
	18	0	19	672
	23	0	19	672
	27	0	19	672
Déc.	2	0	0	672
	7	2	2	674

Source MNHN Paris

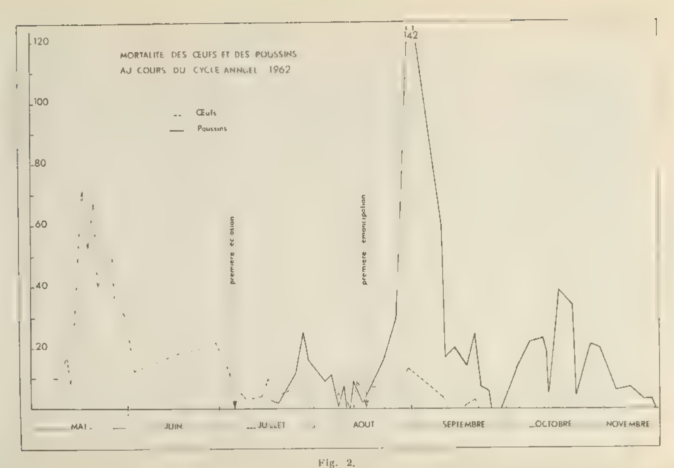


Fig. 2.

Source MNHN, Paris

b *Comparaison avec la mortalité des années 1952 et 1956* (Prévost, 1961, p. 169).

Ce sont surtout les mois d'août, septembre et octobre qui fournissent les contingents de décès les plus élevés en nombre et en pourcentage. Toutefois, en 1962, c'est le mois d'août qui l'emporte de loin alors que c'était le mois d'octobre pour les deux cycles précédemment étudiés.

Tableau IX

Mortalité des poussins en 1952, 1956 et 1962

	1952	1956	1962
Juillet	57 (4,2 %)	69 (8,5 %)	61 (9,0 %)
Août	170 (12,6 %)	121 (14,8 %)	243 (36,0 %)
Septembre	386 (28,6 %)	250 (30,7 %)	149 (22,1 %)
Octobre	498 (36,8 %)	281 (34,[illegible] %)	200 (29,6 %)
Novembre	186 (13,7 %)	88 (10,8 %)	19 (2,8 %)
Décembre	55 (4,19 %)	6 (0,7 %)	2 (0,29 %)
Total	1352	815	674

c) *Causes de mortalité des poussins en 1962.*

La remarquable analogie entre la tempête du 1[er] septembre 1952 après laquelle Prévost ramassa 140 cadavres de poussins (Prévost, 1958, 1961), et la tempête d'une semaine après laquelle nous en avons dénombré 142, le 11 septembre 1962, montre encore une fois la grande influence des tempêtes intervenant au moment où les poussins sont directement exposés aux agressions climatiques.

Les attaques de Petrels géants débutèrent le 27 août (contre les 9 septembre 1952 et 2 septembre 1956).

Le Dr M. E. Pryor nous a signalé qu'à l'île Haswell il n'y avait aucune prédation par les Pétrels géants, en l'absence totale de ces derniers. Ceci explique certainement qu'il n'ait trouvé au mois d'octobre 1962 que 43 poussins morts (malgré l'importance numérique de cette colonie), alors que nous en trouvions 200 à Pointe Géologie au cours de ce même mois.

Nous devons préciser que cinq poussins ont été sauvés par nos soins :

le 29 juillet : 3 abandonnés,

Source MNHN, Paris

le 23 août : 1 poussin tombé dans une crevasse,
le 10 septembre : 1 poussin immobilisé par des glaçons après un violent blizzard,

et ne sont pas inclus dans le tableau suivant :

TABLEAU X

Causes de mortalité des poussins en 1962

Blizzard et inanition (1)	352	(45 en juillet, 179 en août, 79 en septembre, 45 en oct., 4 en nov.)
Pétrels géants	143	(11 en août, 30 en sept., 93 en oct., 9 en nov.)
Chute dans des crevasses	1	(en oct.)
Noyades	2	(en déc.)
Maladie	3	(en oct.)
Maladresse du couveur	1	(en juillet)
Causes indéterminées	172	(15 en juillet, 53 en août, 40 en sept., 58 en oct., 6 en nov.)
Total	674	

d *Comparaison des causes de mortalité des poussins avec celles des années 1952 et 1956* (PRÉVOST, 1961).

TABLEAU XI

Causes de mortalité des poussins en 1952, 1956 et 1962

	1952	1956	1962
Prédation par les Pétrels géants...	68	279	143
Blizzard et inanition	1084	424	352
Chute dans des crevasses	53	8	1
Noyades	3	9	2
Batailles d'adultes	42	23	0
Maladie	34	1	3
Maladresse du couveur	0	0	1
Divers	68	71	172
	1352	815	674

(1) Sous la rubrique « Blizzard et inanition », nous rangeons entre autres : les décès dans les « tortues » : 20 (18 en juillet, 2 en août) ; les abandons par les couveurs : 15 (9 en juillet, 6 en septembre).

Source MNHN Paris

e) *Conclusion sur la mortalité des poussins.*

Les pertes de poussins représentent 49,8 % de la mortalité totale (contre 83,6 % en 1952, 54,6 % en 1956 et environ 80 % en 1958).

La mortalité au stade des poussins représente 13,6 % du nombre total (4 915) des poussins éclos (contre 23,2 % en 1952 ; 15,3 % en 1956 et près de 27 % en 1958).

C) Mortalité des adultes

Cinq décès d'adultes ont été enregistrés en 1962, dont quatre provoqués par des Léopards de mer, *Hydrurga leptonyx*. Le cinquième décès fut noté le 13 novembre : ce jour là nous trouvions à la colonie un adulte à demi dévoré par les Pétrels géants, sans que nous puissions déterminer la cause de sa mort.

Nous avons pu assister à des captures de Manchots empereurs par un Léopard de mer : le 16 mars, un Léopard nageait près de l'île des Pétrels tenant un Manchot empereur mort dans sa gueule. Cent mètres plus loin, il lâchait sa proie et commençait à la dévorer. Tenant le corps de l'oiseau entre ses dents, il donnait de violents coups de tête pour déchirer un lambeau. Ceci fait, il l'avalait gloutonnement, la tête hors de l'eau, le museau dirigé vers le ciel. L'eau fut bientôt rouge de sang et de nombreux Skuas apparurent, mais, malgré plusieurs tentatives, ils durent attendre la fin du repas du carnassier pour profiter des restes. Ce repas dura exactement 20 minutes, après quoi le Léopard disparut, ayant avalé chair, os et plumes.

Le 19 mars, un de nos camarades vit un Léopard monter sur un floe derrière un Manchot empereur, s'en emparer en le saisissant par le milieu du dos, puis revenir à l'eau pour le dévorer. Le 28 mars, un troisième oiseau était dévoré.

Enfin, le 1[er] avril, alors que plusieurs oiseaux franchissaient une cassure de la glace de mer en toboganning, un Léopard apparaissait brusquement dans la cassure, saisissait un oiseau et replongeait. Cette dernière observation explique la frayeur que manifestent les Manchots empereurs lorsqu'ils franchissent une cassure de glace de mer.

Source MNHN Paris

En conclusion, nous avons observé quatre cas de prédation par les Léopards de mer en 15 jours. Ceci nous permet de supposer qu'à cette époque (comme entre les mois de septembre et décembre, selon PRÉVOST), un nombre important d'oiseaux doit être attaqué par ce prédateur. Si beaucoup lui échappent, comme en témoignent de nombreuses blessures, le nombre des décès, bien que difficile à évaluer, n'en reste pas moins considérable.

D) MORTALITÉ TOTALE

Les résultats figurent au tableau XII avec ceux des années 1952, 1956 (PRÉVOST, 1958, 1961), et 1958 (ISEL, notes M. S.). Les chiffres relatifs à cette dernière année sont approximatifs, les observations n'ayant pas été poursuivies régulièrement pendant la totalité du cycle annuel.

De ces résultats, on peut conclure que la mortalité totale est généralement voisine de 25 % à la colonie de Pointe Géologie. Différents facteurs, surtout les facteurs météorologiques, peuvent cependant l'aggraver ou la réduire dans des proportions importantes.

Elle est notablement moins élevée que celles calculées par BUDD (1962) à la colonie d'Auster ou à la colonie du Glacier Taylor (40 à 90 % selon les années).

TABLEAU XII

Mortalité à la colonie en 1952, 1956, 1958 et 1962

		1952	1956	1958	1962
Œufs	Total œufs pondus	6081	± 6000		5623
	Mortalité spontanée	265	679	± 400	678
Poussins	Total poussins éclos	5816	± 5321		4945
	Mortalité spontanée ...	1352	815	± 1634	674
Mortalité totale (œufs et poussins)		1617 (26,5 %)	1494 (24,9 %)	± 2034 (± 34 %)	1352 24,04 %
Poussins vivants au 25 déc.		4220	± 4000		4270
Population des adultes ..		12500	± 12500		11250

Source MNHN Paris

E) Recherche des oiseaux bagués

Six oiseaux bagués ont été retrouvés en 1962. Quatre d'entre eux sont particulièrement intéressants.

Les trois premiers ont été bagués en 1956 par Prévost avec des bagues spéciales pour études écologiques annuelles.

Le numéro 4 + (1), de sexe femelle, bagué le 14 avril 1956, a été retrouvé le 9 mai 1962, alors qu'il était accouplé sans œuf. Cette femelle était donc âgée d'au moins 7 ans 1/2 au moment du contrôle. Comme elle était reproductrice expérimentée en 1956 (elle avait été placée en parc d'étude et y avait pondu le 14 mai), on peut être certain qu'elle était encore beaucoup plus âgée.

A2, mâle bagué le 4 avril 1956, contrôlé le 21 mai 1962 alors qu'il était en couple sans œuf, avait lui aussi au minimum 7 ans 1/2, et c'était en 1956 un reproducteur expérimenté.

15 +, femelle baguée le 14 mai 1956, contrôlée le 16 avril 1962 alors qu'elle était seule, avait le même âge que les précédents et était également reproductrice expérimentée en 1956.

Le cas le plus intéressant est celui du numéro 1179A Muséum de Paris, dont la bague fut posée en septembre 1951 par le Dr J. Cendron. Cet oiseau de sexe mâle ne fut pas contrôlé en 1952 à la colonie (2). Il le fut au contraire le 25 avril 1956 par Prévost et le 16 avril 1962 par nous même. *A cette date cet oiseau était âgé d'au moins 12 ans 1/2.* C'est à notre connaissance la longévité la plus élevée, contrôlée dans des conditions naturelles à la colonie.

III. QUELQUES OBSERVATIONS SUR LE COMPORTEMENT

A) Comportement des inemployés

Nous avons eu l'occasion de faire de nombreuses observations sur les manifestations, de l'instinct d'incubation, des

(1) Les bagues portant le signe + correspondent à des oiseaux de sexe femelle.

(2) Ce fut le seul des oiseaux contrôlés en 1956 qui ne l'avait pas été quatre années plus tôt (Prévost, comm. pers.).

Source MNHN Paris

adultes « inemployés ». L'intérêt limité que manifestent ces oiseaux pour les œufs abandonnés est dû au fait que ces derniers ne sont généralement visibles que pour les oiseaux qui en sont très proches. Un œuf n'attirant pas l'attention de plusieurs inemployés à la fois, on n'observe pas de « mêlées » pour s'en emparer, contrairement à ce qui se produit s'il s'agit d'un poussin ; ces « mêlées » ont été décrites depuis longtemps déjà et nous n'y reviendrons pas (WILSON, 1907).

Nous savons que la perception des signaux sonores est particulièrement développée chez le Manchot empereur. Il s'ensuit que dès qu'un poussin égaré émet quelques cris dans la colonie, il est immédiatement entendu par les inemployés qui se trouvent à quelque distance, voire par tous les oiseaux de cette catégorie présents à la colonie qui se dirigent alors vers le lieu d'émission du signal.

Nous en avons eu la preuve en émettant des cris de poussins isolés enregistrés sur bande magnétique : immédiatement nous vîmes arriver vers nous un groupe d'inemployés.

De même, il est très rare de voir un couveur reprendre son œuf si celui-ci a roulé à quelques décimètres de lui, tandis qu'un couveur perdant son poussin dans un accident de terrain essaie le plus souvent de le reprendre même s'il est éloigné. Il faut de plus noter qu'un poussin est nettement plus visible qu'un œuf sur la neige ou la glace et les grands mouvements de tête qu'il effectue en chantant contribuent également à le signaler à l'attention des inemployés déjà mis en éveil par ses signaux sonores.

De tout ceci il résulte que le comportement des adultes à l'égard des œufs est assez différent de ce qu'il est à l'égard des poussins.

a) *Comportement à l'égard des œufs.*

Le 19 mai, un adulte blessé à l'aileron gauche s'approchait d'un œuf abandonné et fendu par le gel et le plaçait sur ses pattes. Il s'agissait probablement d'un couveur ayant perdu récemment son propre œuf dans une bataille.

Le 22 mai, un oiseau s'efforçait de mettre des débris d'œufs sur ses pattes et effectuait devant ces débris une parade mutuelle avec un autre adulte avant de se résoudre à l'abandonner. Il accepta immédiatement un œuf gelé et fendu que nous fîmes rouler devant lui. Le même intérêt pour les

Source : MNHN, Paris

fragments d'œuf fut noté les 17 et 26 juillet de la part d'autres inemployés.

Le 8 août, un inemployé essayait même de mettre un morceau de glace sur ses pattes. Une observation similaire a été faite chez le Manchot empereur par PRÉVOST (comm. pers.), et chez le Manchot royal par STONEHOUSE (1960).

b) *Comportement à l'égard des poussins.*

Le 17 juillet, une femelle, après plusieurs minutes d'efforts, parvenait à mettre sous son repli ventral un poussin gelé qu'elle venait de trouver sur la glace. La même chose se produisit le 9 août, mais dans ce dernier cas l'adulte renonça finalement, après avoir chanté. Le 13 du même mois, un inemployé s'arrêtait et chantait devant un cadavre de poussin.

La première mêlée fut observée dès le 26 juillet avec la participation de 3 inemployés. Le 7 août, c'étaient 60 à 70 inemployés qui parcouraient la colonie à la recherche de poussins et nous les vîmes successivement s'emparer de trois d'entre eux. Cette même troupe atteignit la centaine d'individus vers le milieu du mois. Elle fut observée à chaque visite à la colonie, provoquant des batailles très nombreuses. De plus, nous eûmes plusieurs fois l'occasion, étant immobile à quelques mètres des couveurs, de voir ces inemployés approcher et se grouper en demi cercle à 1 m 50 ou 2 mètres de nous, poussés par leur seule curiosité. Au moindre geste, ils fuyaient tous en éventail en tobogganing.

Il fallut ensuite attendre le 30 septembre pour observer de nouveau trois mêlées de trois à dix individus qui furent les dernières de l'année. Elles étaient postérieures de trois semaines aux dernières observées en 1952 (6 septembre) et 1956 (5 septembre). Mais le fait qu'elles eurent lieu toutes les trois le même jour après une interruption d'un mois montre bien leur caractère inhabituel.

B) LE NOMADISME DE LA COLONIE

Le nomadisme des Manchots semble obéir, comme le suggère PRÉVOST (1963), à des lois particulières liées à divers facteurs écologiques. Nos observations nous permettent de distinguer, en 1962, cinq phases successives (voir Fig. 3

Source MNHN Paris

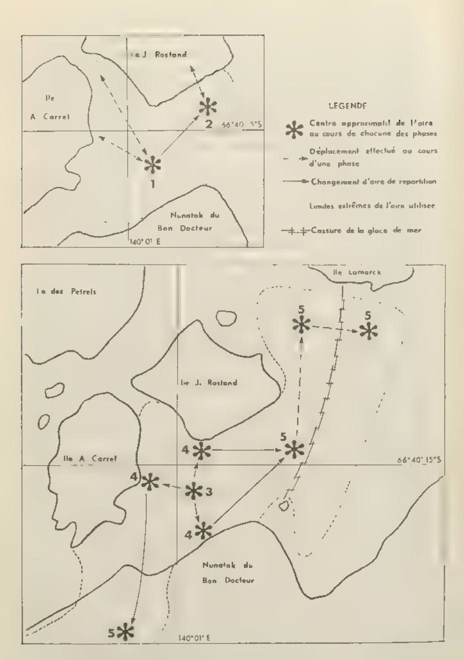


Fig. 3.

Source MNHN Paris

a) *Dispersion dans le périmètre Carrel-Rostand Nunatak*

Le 1 avril, les Manchots empereurs, qui jusqu'alors étaient éparpillés sur la glace de mer comprise entre les îles Carrel et Rostand et le Nunatak du Bon Docteur, se groupaient dans la partie Nord de cette zone, en raison de la disparition de la glace de mer proche du Nunatak. A la fin du mois, ils reprenaient la même extension qu'en mars et la conservaient jusqu'au 19 mai. Puis, à compter de ce jour et jusqu'à la mi-juin, ils se tenaient à nouveau dans la partie Nord du périmètre d'origine.

Au cours des tempêtes de la première quinzaine de juin, l'archipel se libérait progressivement de glace et, le 18, la débâcle était totale jusqu'à l'horizon, *à l'exception de la zone de reproduction de la colonie.*

Ce même jour, une tempête, coïncidant avec des marées de vives-eaux, commençait à disloquer cette glace à son tour et les Manchots, pris de panique, se déplaçaient d'une centaine de mètres pour se disperser le long de la côte Sud-Est de l'île Carrel.

Cinq jours après, un iceberg, détaché de la racine du glacier de l'Astrolabe, basculait en provoquant des fractures dans le lambeau de glace restant et un nouveau repli des oiseaux vers l'île Carrel avait lieu. Le lendemain, tout danger étant passé, les Manchots regagnaient leur emplacement habituel.

Il est très important de souligner que si la tempête avait duré une journée de plus, *la débâcle complète de la glace portant la colonie n'aurait pas manqué de se produire* : la preuve est ainsi faite de l'éventualité d'une débâcle totale en pleine période de reproduction, et on imagine facilement ses conséquences sur la mortalité.

b) *Déplacement vers l'Est.*

Tandis qu'un groupe se maintenait le long de la côte Sud-Est de l'île Carrel, un autre gagnait progressivement les abords Nord-Est du Nunatak ; après trois jours de chasse-neige, tous les oiseaux se dirigeaient vers l'île J. Rostand. Le 12 octobre, à la suite de plusieurs jours de chasse neige violent, trois groupes étaient disséminés à proximité de la côte Sud de l'île, certains individus en ayant franchi la charnière de marée le 8.

Source MNHN Paris

c) *Brève dispersion dans le périmètre Carrel-Rostand-Nunatak.*

Après avoir réoccupé pendant trois semaines la glace située entre les îles Carrel, Rostand et le Nunatak, les oiseaux, cette fois encore à la suite de trois jours de chasse-neige, remontaient sur le versant Sud-Est de l'île Rostand.

d) *Déplacement vers la périphérie de ce périmètre.*

Vers la mi-novembre, le temps ensoleillé ayant transformé la glace de mer en un champ de flaques et d'arêtes de glace, les oiseaux se répartissaient en trois groupes en bordure de cette zone de glace pourrie : le long des côtes Sud des îles Carrel et Rostand et de la côte Nord du Nunatak.

e) *Eloignement de plus en plus accentué et départ de la colonie.*

Petit à petit les Manchots allaient former deux groupes (23 novembre) : le premier montait sur le continent et s'éloignait vers le Sud ; le second, partant vers l'Est, était arrêté par la « rivière » (cassure de la glace) allant du Nunatak à l'île Lamarck, se dirigeait alors vers le Nord (2 décembre) et parvenait à franchir la « rivière » (11 décembre). Enfin la débâcle complète de la glace de mer provoquait le départ des Manchots empereurs sur des floes ou à la nage.

Conclusion sur le nomadisme en 1962.

Si nous reprenons chacune des phases que nous venons de décrire, il nous est possible d'en schématiser le déroulement et d'en préciser les causes :

1re phase : phase de dispersion maxima, la plus longue de toutes (début mars à fin août), marquée par une série de replis vers le Nord du périmètre ou le long de la côte Sud-Est de l'île Carrel *en cas de débâcle.*

- 2e phase : phase longue d'un mois et demi (fin août à mi-octobre), correspondant à la recherche d'un site où la neige a moins de chance de s'accumuler qu'ailleurs ; le versant Sud de l'île Rostand est à cet égard beaucoup plus favorable que le centre de l'aire habituelle.

— 3e phase : nouvelle phase très brève (mi-octobre à mi-novembre) de dispersion, en rapport avec le *retour du beau temps.*

Source MNHN, Paris

4e phase : la glace de mer couverte de déjections ayant fondu très rapidement en surface sous l'effet du rayonnement solaire, et *devenant impraticable* pour les Manchots, ceux-ci se réfugiaient sur la glace restée saine.

5e phase : de fin novembre à fin décembre, le stationnement des Manchots en un point déterminé couvrait la glace de déjections : cette glace devenait à son tour impraticable, les Manchots devaient donc s'éloigner un peu plus chaque jour de la zone occupée pendant les six premiers mois de l'année. Ce phénomène se reproduit chaque année, mais nous pensons qu'il peut fort bien se faire par des itinéraires différents de ceux empruntés en 1962, par exemple par la passe entre les îles Carrel et Rostand (Vallée des Martyrs) ou par la passe située entre l'île Carrel et le Nunatak.

C/ Observations sur des Manchots empereurs en captivité

Quatorze Manchots empereurs de Terre Adélie ont été embarqués à bord du « Magga Dan », en janvier 1963, par le Capt V. Pedersen, auquel ces oiseaux avaient été demandés par le directeur d'un Zoo danois.

Ils furent nourris, pendant les deux mois de traversée, de poissons passés à la moulinette, à raison de 1 à 2 kg par individu et par jour. Seuls les jeunes de moins d'un an, au nombre de trois, acquirent l'habitude de prendre eux-mêmes leur nourriture dans un seau ; les adultes durent, au contraire, être gavés pendant toute la traversée.

Un seul adulte mourut au cours de ces deux mois, très probablement d'aspergillose pulmonaire, car dans les dernières 48 heures il haletait et semblait étouffer.

Les treize autres, au bout d'un mois de navigation, furent également atteints d'une mycose qui se manifesta au passage de l'Equateur : chez les adultes par des taches blanches aux commissures du bec et chez les jeunes par des taches jaunes sous la langue.

Supposant qu'il s'agissait d'une atteinte de Muguet (*Candida albicans*), nous leur donnâmes chaque jour deux pilules de mycostatine à chacun et un badigeon au bleu de méthylène sur le bec (adultes) ou à l'intérieur (jeunes).

Pendant les premières 48 heures, le traitement fut ineffi-

Source MNHN Paris

cace, les champignons s'étant introduits entre les revêtements colorés du bec et l'os du maxillaire inférieur. La couleur mauve du bec disparut chez tous les adultes et fit place à une coloration blanchâtre. Chez certains individus même, les revêtements colorés du bec tombèrent.

Bientôt l'amélioration fut très sensible, et progressivement la teinte mauve réapparut sur le bec des adultes. En même temps, jeunes et adultes redevenaient capables de chanter presque normalement, après avoir été aphones.

Les cas de mycoses étaient déjà connus chez les Empereurs : « dix Empereurs ramenés à la Chicago Zoological Society par l'expédition de Byrd 1933-1935 périrent tous en deux mois de « mycose pulmonaire » (Siple 1937, cité par Sapin-Jaloustre, 1952, p. 161). Il semble y avoir deux mycoses différentes chez les Empereurs en captivité : une aspergillose des poumons, et le Muguet (bec et gorge surtout, tout au moins au premier stade d'évolution).

Cabis (1959) signale qu'un Manchot empereur, rapporté par la Première Expédition Antarctique Belge au Zoo d'Anvers, y est mort au bout de dix semaines d'une aspergillose. D'autre part, Mortelmans (1963) indique que l'aspergillose (généralement due à *Aspergillus fumigatus*) est la cause de 60 à 90 % des décès de Manchots (des diverses espèces) dans les parcs zoologiques. Il précise que les antibiotiques sont sans effet contre ce type de mycose.

Il est intéressant de noter d'autre part que la plupart des adultes *muèrent une deuxième fois* (puisque leur mue normale s'était achevée dans le courant de janvier ou février) au mois de mars. Ceci est dû, bien entendu, aux changements de climats, auxquels les Manchots empereurs furent soumis puisqu'ils firent toute la traversée sur le pont du « Magga Dan » et non en cale réfrigérée. Au cours des deux mois du voyage, ils eurent successivement à subir tous les climats, du 66ᵉ degré de latitude Sud au 45ᵉ degré de latitude Nord.

Ainsi un premier adulte mua de la calotte crânienne et des ailerons dans les trois premiers jours de mars (entre Colombo et Aden) ; le 12, la mue débuta à la partie supérieure de son dos ; le 15, le dos était presque entièrement mué et le poitrail muait à son tour.

Un autre adulte commença à muer de la poitrine et de la partie supérieure du dos le 4 mars ; la poitrine et la partie dorsale inférieure étaient muées le 8 ; le 10, seuls la tête,

Source MNHN Paris

le dos et le bas du ventre portaient encore d'anciennes plumes ; le 12, le ventre était totalement mué et il ne restait qu'une calotte de plumes sur la tête et quelques décimètres carrés de plumes dans la partie inférieure du dos. Sa mue pouvait donc être considérée comme achevée (1).

Ces deux exemples montrent bien l'importance des variations de durée entre ces mues aberrantes : la première dura plus de quinze jours, la seconde huit jours seulement (2).

Le 13 mars, trois autres adultes commencèrent à muer des ailerons et des régions latérales de la tête. A l'arrivée au Havre, le 25, tous étaient en mue ou post-mue.

SUMMARY

Report on the observations done during the 1962 reproductive cycle of Emperor Penguins at Pointe Geologie Archipelago, Adélie Land, in order to compare them with previous studies.

Eggs and chicks mortality is analyzed with care ; no less than 678 eggs and 674 chicks have been lost by birds during 1962. From these figures and an accurate count of living chicks, total mortality of 24 per cent is allowed. Numerous details are given concerning this important subject.

Some new remarks on captive birds (Feeding, moulting and disease) terminate this study.

(1) C'est volontairement que nous ne parlons pas de la mue des parures colorées du bec, leur chute ayant été due généralement à l'atteinte de mycose vue plus haut.

(2) Davis a observé une mue de 32 jours à Washington chez des Manchots empereurs ramenés par la Troisième Expédition Byrd (Davis, 1945, cité par Sapin-Jaloustre, 1952).

BIBLIOGRAPHIE

Budd, G. M., 1962. — Population studies in rookeries of the Emperor Penguin *Aptenodytes forsteri*. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 139 : 365-388.

Cabes, L., 1960. — Quelques mots sur le Manchot empereur. *Zoo*, Anvers, 25e année, N° 1 : 9-11.

Isel, J., 1958. — Notes ornithologiques *M. S.*

Mortelmans, G., 1963. — L'Aspergillose. *Zoo*, Anvers, 29e année, n° 1.

Prévost, J., 1953. — Formation des couples, ponte et incubation chez le Manchot empereur. *Alauda*, 23 : 141-156.

Source MNHN Paris

PRÉVOST, J., 1958. — Étude comparative de la mortalité à la colonie de Manchots empereurs de Pointe Géologie pendant les années 1952 et 1956. *L'Ois. et R.F.O.*, 28 : 99-111.

PRÉVOST, J., 1961. — Écologie du Manchot empereur *Aptenodytes forsteri* Gray. Hermann, Paris, 204 p.

SAPIN JALOUSTRE, J., 1952. — Découverte et description de la rookery de Manchots empereurs (*Aptenodytes forsteri*) de Pointe Géologie (Terre Adélie). *L'Ois. et R.F.O.*, 22 : 143-260.

STONEHOUSE, B., 1953. — The Emperor Penguin *Aptenodytes forsteri* Gray. I. Breeding behaviour and development. *Falk. Isl. Dep. Surv.* Sc. Rep. n° 6, 33 p.

STONEHOUSE, B., 1960. — The King Penguin *Aptenodytes patagonica* of South Georgia. I. Breeding behaviour and development. *Falk. Isl. Dep. Surv.*, Sc. Rep. n° 23, 81 p.

WILSON, E. A., 1907. — Aves. *Brit. Nat. Ant. Exp. 1901-1904*, Nat. Hist., 2 : 1-121.

REMARQUE

Au moment de mettre sous presse, nous avons connaissance de la publication de PRÉVOST (1963) concernant le nomadisme des Manchots empereurs (« Influence des facteurs bio-climatiques sur le nomadisme des Manchots empereurs à la colonie de Pointe Géologie. » *L'Ois. et R.F.O.*, 33 : 89-112). Cet auteur distingue aussi cinq phases successives, mais elles ne correspondent pas aux nôtres du point de vue chronologique. Les divergences ne sont qu'apparentes et on reconnaît dans nos deux études les mêmes faits fondamentaux :

a) Établissement et dispersion sur la zone comprise entre les îles Carrel, Rostand et le Nunatak, avec des replis temporaires vers les côtes des îles Carrel ou Rostand, liés à l'état de la glace ou à l'enneigement (de mars à début novembre).

b) Abandon progressif de ce secteur, devenu impraticable, et éloignement dans diverses directions (de début novembre à fin décembre

OBSERVATIONS ECOLOGIQUES A LA COLONIE DE MANCHOTS EMPEREURS DE POINTE GEOLOGIE (TERRE ADELIE) EN 1963

par Robert GUILLARD (*) et Jean PRÉVOST (**)

Deux cent quarante et une visites à la colonie de Manchots empereurs de Pointe Géologie ont permis à l'un d'entre nous (R. G.) d'effectuer des observations écologiques au cours du cycle reproducteur de l'année 1963. Ces observations font donc suite à celles d'ARNAUD (Cycle 1962) dont le lecteur pourra prendre connaissance dans l'article précédent.

Comme ces dernières, elles concernent l'étude de la mortalité au stade des œufs, des poussins et des adultes, la chronologie des différentes phases du cycle, le nomadisme des oiseaux sur la zone de reproduction ; un chapitre est également consacré à la micro-climatologie de la colonie. Enfin, une communication de cet ouvrage traitant de la topographie thermique des Sphéniscidés, nous avons préféré y faire figurer plutôt qu'ici les résultats des mesures de température rectales obtenues en avril et mai chez les oiseaux de sexe mâle (pages 67 et 70).

I. — CHRONOLOGIE DES DIFFÉRENTES PHASES DU CYCLE REPRODUCTEUR (Tableau I)

Le 14 mars, les quatre premiers Manchots empereurs apparaissaient sur la zone de reproduction déjà prise par la glace de mer depuis le 6 mars. Le 21 mars ils étaient 12 et le 1[er] avril plus de 2.000. La plupart des arrivées eurent lieu entre les 1[er] et 10 avril par groupes d'importance numérique

(*) Chef de la mission 1963 en Terre Adélie.
(**) Chargé de recherches au C.N.R.S.

Source MNHN Paris

variable, mais dont certains ne comptaient pas moins de 300 oiseaux. Contrairement aux années précédentes, nombreux furent ceux qui rejoignirent la colonie par l'Ouest.

La première copulation fut observée le 14 avril et les deux premiers couveurs le 30 avril. Dès cette date, de nombreuses femelles se dirigeaient vers la mer en suivant une direction N.-N.-E.

TABLEAU I

Chronologie des principaux événements du cycle annuel des années 1952 - 1956 - 1962 - 1963

	1952	1956	1962	1963
Premières arrivées sur la zone de reproduction	10-III	11-III	9-III	14-III
Première copulation observée	11-IV	17-IV	25-IV	14-IV
Première ponte observée	5-V	1-V	début V	30-IV
Dernière ponte observée	4-VI	12-VI	?	fin VI
Premiers retours des ♀ après leur voyage alimentaire	20-VI	28-VI	24-VI	3-VII
Première éclosion observée	4-VII	4-VII	5-VII	4-VII
Dernière éclosion observée	4-VIII	vers 5-VIII	?	4-IX
Premières batailles d'adultes	5-VII	19-VI	27-V	15-VII
Premières sorties des poussins hors des poches incubatrices	17-VIII	23-VIII	16-VIII	
Premiers départs d'immatures de 1re année	11-XII	1-XII	8-XII	
Arrivée du 1er immature de 2e année	28-XI	6-XII	2-XII	
Premier adulte en mue	11-XII	1-XII	13-XII	
Départ ou dislocation de la colonie	26-XII	20-XII	24-XII	vers 20-XII

Le retour des premières femelles fut constaté avec certitude le 3 juillet ; il précédait de 24 heures l'éclosion du premier œuf. A compter du 7 juillet, les allées et venues entre la colonie et la mer devenaient très importantes.

Le 15 juillet, l'apparition des premières batailles pour les poussins coïncidait à peu près avec le maximum des éclosions ainsi qu'en témoignaient les centaines de coquilles d'œufs retrouvées sur l'emplacement d'une tortue le 19 juillet.

Source MNHN Paris

Le 27 juillet, nous avons compté 92 mâles et 20 femelles dans un groupe de 112 arrivants. Ces mâles avaient donc accompli leur premier voyage alimentaire à la mer et ils venaient relever leurs partenaires après une absence de l'ordre de trois semaines.

Le 2 septembre, quelques poussins étaient seuls dans la colonie, le lendemain il y en avait plusieurs centaines ; le 6 septembre, ils se mettaient pour la première fois en tortue et le 25 l'une d'elle comprenait plus de 1 000 individus.

Fait exceptionnel, deux éclosions furent notées le 4 septembre ; les œufs avaient donc été pondus avec plus d'un mois de retard au tout début du mois de juillet.

La majorité des poussins quittait la colonie entre les 10 et 25 décembre ; au 2 janvier, il n'en restait plus qu'une trentaine autour de la zone de reproduction.

II MICRO-CLIMATOLOGIE DE LA ZONE DE REPRODUCTION

Un abri météorologique de type marin, installé au centre de la zone de reproduction le 1er avril 1963, a fonctionné régulièrement jusqu'au 30 novembre de la même année. Une observation était assurée chaque jour à 10.00 heure locale, soit 00.00 heure T.U., au moment même où l'était celle de la station météorologique de la base Dumont d'Urville (altitude 42 mètres). L'abri de la colonie, placé à 0,80 m de la surface de la glace de mer, contenait un thermomètre enregistreur Richard à mouvement hebdomadaire gradué de −60° à +10°C, un thermomètre à mercure, un thermomètre à maxima et un thermomètre à minima. La vitesse du vent était mesurée à trois hauteurs différentes : 0,20, 1 et 2 mètres, avec un anémomètre à main Richard gradué de 0 à 50 m/sec. Les moyennes mensuelles de ces relevés figurent au Tableau II.

La température ambiante moyenne de la colonie est inférieure de 3/10e de degré centigrade à celle de la station, les moyennes des maxima sont au contraire plus élevées de 3/10e de degré alors que les minima sont inférieurs de 1° à ceux de la station (Fig. 1). Cet écart est probablement motivé par la différence de hauteur de deux postes météorologiques (0,80 m à la colonie, 2 mètres à la station), et par la qualité du substrat (glace de mer sous le premier, rochers sous le

Source MNHN Paris

Tableau II

Température et vent moyen à la station et à la colonie

1963	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Moyenne
Température à la colonie à 00 h 00 TU	—12,3	—18,3	—19,4	—16,2	—16,8	—15,2	—16,5	— 6,9	—15,2
Température à la station à 00 h 00 TU	—12,7	—17,8	—18,5	—16,0	—16,8	—14,7	—16,2	- 6,8	-14,9
Température moyenne à la station	—12,6	—17,6	-18,3	—16,0	—16,6	—14,7	—16,7	— 7,5	—15,0
Température minimum moyenne à la station	—15,6	—20,6	20,5	—19,0	—19,5	—17,4	—20,2	—10,9	—18,0
Température maximum moyenne à la station	—10,1	—14,8	-16,0	-12,8	—13,9	—12,5	—13,9	— 4,7	-12,3
Température maximum moyenne à la colonie	10,2	—15,0	—15,3	13,0	—13,5	—11,8	—13,2	— 4,0	—12,0
Température minimum moyenne à la colonie	—17,7	—21,8	—22,8	—20,1	—19,7	—18,1	-20,6	11,1	-19,0
Vent moyen à la colonie en m/s :									
à 0,20 m	6,8	7,6	3,6	7,3	11,6	5,9	4,0	3,5	6,3
à 1 m	8,8	9,4	4,7	8,5	12,2	7,5	5,1	4,5	7,6
à 2 m	9,9	10,7	5,7	10,0	14,0	9,0	6,5	5,6	8,9
Vent moyen à la station à 00 h 00 TU	13,2	14,6	6,7	13,8	19,8	11,8	8,5	8,1	12,1
Vent moyen à la station	14,6	14,6	6,4	12,4	19,5	12,0	9,0	8,7	12,1

Source MNHN Paris

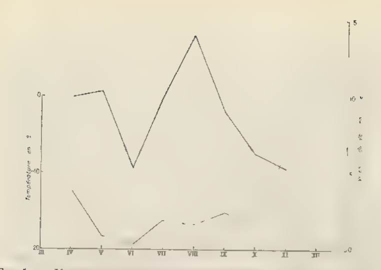


Fig. 1. — Moyennes mensuelles de la température (trait fin) et du vent (trait fort) (à 2 m de hauteur) entre les mois d'avril et novembre 1963 à la colonie de Manchots empereurs.

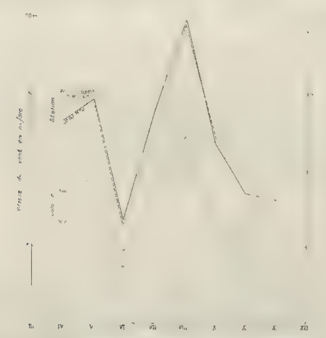


Fig. 2. — Moyennes mensuelles du vent à la colonie à 0,20 et 1 m de hauteur à la station à 50 metres d'altitude à 10 00 h locales (00 00 h T.U., La courbe de moyenne mensuelle du vent obtenue d'apres les six relevés quotid ens de la stat on météorologique est indiquée en pointillé.

Source MNHN Paris

second). On peut donc conclure, comme nous l'avions fait pour les observations de l'un de nous en 1952 et 1956 (Prévost, 1961) que les oiseaux supportent à la colonie une température inférieure de 3/10° de degré à celle du climat général.

Il en va tout autrement pour le vent, dont la vitesse est très largement inférieure à celle du climat général à la hauteur des oiseaux. Pour les huit mois qui nous intéressent, sa vitesse moyenne est en effet de 6,3 et 7,6 mètres à 0,20 et 1 mètre de hauteur, alors que celle obtenue par l'anémomètre de la station placé à 50 mètres d'altitude était de 12,1 m/sec. (Fig. 2). Le vent que supportent les Manchots a donc une vitesse inférieure de près de 50 % à celle du climat général, ce qui ne fait que confirmer les observations antérieures (Prévost, 1961). Bien que la température enregistrée à la colonie soit très légèrement inférieure à celle de la station, le pouvoir de refroidissement de l'ambiance qui entoure les oiseaux est en réalité infiniment moins sévère que l'ambiance définie par les relevés synoptiques de la météorologie.

Le poste météorologique placé au centre de la colonie n'enregistrait que les données de température et de vent relatives à ce point déterminé. Comme nous l'avons écrit par ailleurs (Prévost, 1961) et comme l'ont confirmé ces récentes observations, la vitesse du vent est beaucoup plus faible au pied des falaises continentales, mais elle est également plus élevée dans la vallée séparant les Iles A. Carrel et J. Rostand. Il ne nous était cependant pas possible de multiplier les points d'observation pour en avoir la confirmation par des enregistrements.

III. — Poids et dimensions des œufs

La collecte quotidienne des œufs abandonnés par les oiseaux nous a conduit à étudier les poids et les dimensions de 50 d'entre eux, exclusivement prélevés pendant les 17 jours ayant suivi la première ponte. Dans leur grande majorité, ces spécimens ont donc moins de 8 jours d'incubation.

Le poids moyen des 50 œufs est de 449,6 g (360-560) contre 447,7 g (313-538,5) pour les 56 spécimens de 1956 (Prévost, 1961) (Fig. 3).

Les dimensions moyennes sont de 124,07 mm pour la lon-

Source MNHN, Paris

Tableau III

Poids et dimensions de 50 œufs

Date		N°	Longueur mm	Largeur mm	Poids g
1er	mai	1	12[illegible]	84,4	480
3	»	2	122,0	84,6	425
4	»	3	121,8	85,7	4[illegible]
»	»	4	135,[illegible]	88,3	[illegible]
8	»	5	123,4	79,1	410
»	»	6	119,0	83,5	4[illegible]
»	»	7	124,2	82,4	4[illegible]5
»	»	8	12[illegible],6	88,7	[illegible]30
»	»	9	119,6	83,6	440
»	»	10	125,8	79,7	42[illegible]
»	»	11	124,6	83,3	440
10	»	12	115,0	84,2	415
»	»	13	128,0	77,7	390
»	»	14	120,5	82,4	40[illegible]
»	»	15	120,9	84,2	450
11	»	16	122,4	80,7	407
»	»	17	119,3	78,4	385
»	»	18	124,9	84,9	48[illegible]
»	»	19	129,0	85,6	49[illegible]
»	»	20	131,6	86,4	488
»	»	21	124,2	83,1	480
12	»	22	119,7	83,2	408
»	»	23	123,6	81,0	40[illegible]
»	»	24	115,2	79,8	3[illegible]
»	»	25	125,4	85,4	472
»	»	26	120,0	76,8	[illegible]
»	»	27	125,3	85,5	482
»	»	28	127,9	86,9	481
»	»	29	121,4	84,3	410
13	»	30	117,9	80,0	410
14	»	31	119,4	81,5	389
»	»	32	123,1	80,8	411
»	»	33	119,6	81,6	430
»	»	34	119,1	83,0	412
»	»	35	127,8	87,2	481
»	»	36	133,5	91,2	545
16	»	37	121,8	81,5	405
»	»	38	122,9	82,1	41[illegible]
»	»	39	136,5	82,0	469
»	»	40	132,2	86,2	514
»	»	41	121,3	85,5	475
»	»	42	129,9	85,3	500
»	»	43	132,6	81,8	458
»	»	44	122,0	87,2	477
»	»	45	122,6	82,2	413
»	»	46	121,2	84,3	458
17	»	47	127,9	88,8	53[illegible]
»	»	48	116,5	80,5	385
»	»	49	121,9	82,9	452
»	»	50	131,4	89,8	541

Source : MNHN, Paris

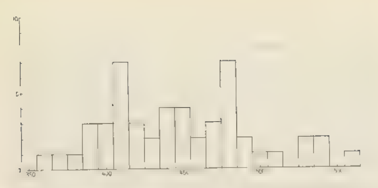


Fig. 3. — Repartition en poids de 50 œufs collectés entre les 1er et 17 mai 1963.

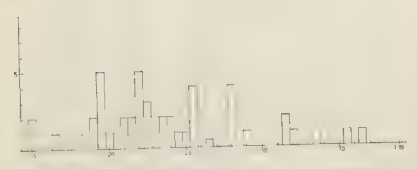


Fig. 4. — Repartition des 50 œufs en fonction de la longueur.

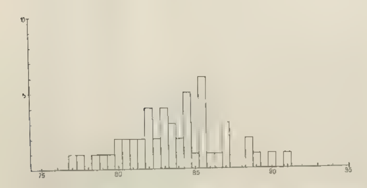


Fig. 5. — Répartition des 50 œufs en fonction du diamètre.

Source MNHN Paris

gueur et 83,64 mm pour la largeur (Tableau III). La courbe de répartition de ces mesures ne fait pas apparaître de différences majeures avec celles des années antérieures (Fig. 4 et 5).

Entre les 17 mai et 14 août, un certain nombre d'œufs dont les dimensions s'éloignaient très sensiblement de la normale ont été également pesés et mesurés (Tableau IV).

TABLEAU IV

Quelques poids et dimensions extrêmes

Date	Longueur mm	Largeur mm	Poids g
17 mai	80,2	52,1	115
18 »	96,2	67,5	244
19 »	—	—	556
19 »	—	—	548
30 »	138,1	91,1	616
2 juin	83,4	61,1	175
22 »	127,4	93,0	560
14 août	95,7	66,5	190

On remarquera que le poids de trois d'entre eux se situe aux environs de 550 g, mais surtout que l'un d'entre eux, avec 616 g, dépasse largement le maximum précédemment enregistré (582 g par Arnaud en 1962). Le plus petit (115 g) est largement inférieur au minima des années 1952 et 1956 à Pointe Géologie, mais il est un peu plus gros que celui trouvé par Budd (1961) à la colonie d'Auster (105 g pour 75 mm de longueur et 59 mm de diamètre).

IV. — La mortalité a la colonie

Les visites quotidiennes sur la zone de reproduction nous ont permis d'établir un décompte aussi précis que possible des décès d'œufs, de poussins et d'adultes et de déterminer la plupart des causes qui en étaient à l'origine.

a) *Mortalité au stade des œufs.*

Le Tableau V indique le nombre d'œufs désertés chaque mois par les couveurs et le pourcentage que ce chiffre repré-

Source MNHN Paris

sente par rapport à la mortalité totale au stade des œufs. A titre de comparaison, nous y avons également fait figurer les données des années précédentes.

TABLEAU V

	1952	1956	1962	1963
Mai	56 (21,1 %)	340 (50,1 %)	425 (62,6 %)	502 (74,9 %)
Juin ...	34 (12,8 %)	98 (14,4 %)	111 (16,3 %)	70 (10,5 %)
Juillet	47 (17,7 %)	114 (16,8 %)	66 (9,7 %)	46 (6,9 %)
Août	119 (44,9 %)	99 (14,6 %)	62 (9,1 %)	37 (5,5 %)
Reste	9 (3,4 %)	28 (4,1 %)	14 (2,0 %)	15 (2,2 %)
TOTAL	265	679	678	670

Le pourcentage des abandons du mois de mai est largement supérieur à celui des dernières années. Il faut peut-être l'attribuer, comme nous l'avions fait en 1956, à la présence de jeunes reproducteurs, ce qui paraît être confirmé par l'augmentation sensible du nombre des œufs pondus, 6 236 contre 5 623 en 1962. L'analyse des causes de mortalité (Tableau VI) montre également que le pourcentage des abandons sur les emplacements de tortues, est en augmentation par rapport à 1962 et il est peu probable que des adultes expérimentés en soient responsables.

TABLEAU VI

	1956	1962	1963
Œufs perdus dans les « tortues »	195 (28,7 %)	279 (41,1 %)	477 (71,2 %)
Œufs brisés à la suite de batailles	45 (6,6 %)	9 (1,3 %)	59 (8,8 %)
Œufs perdus dans les difficultés du terrain	38 (5,5 %)	31 (4,5 %)	30 (4,5 %)
Œufs de femelles mortes lors de la ponte	4 (0,5 %)	0	0
Œufs délaissés par les femelles esseulées	5 (0,7 %)	10 (1,4 %)	19 (2,8 %)
Œufs putréfiés	143 (21,0 %)	72 (10,6 %)	33 (4,9 %)
Causes indéterminées	249 (36,6 %)	277 (41,0 %)	62 (7,8 %)
TOTAL	679	678	670

Source MNHN Paris

La mortalité au stade des œufs pour les années 1956, 1962 et 1963 est identique à quelques unités près, 679, 678 et 670 œufs respectivement ; il ne s'agit là que d'une coïncidence fortuite mais le fait méritait d'être souligné.

En 1963, la mortalité à ce stade représente 57,6 % (1) de la mortalité des œufs et des poussins contre 16,4 % en 1952, 45,4 % en 1956 et 50,1 % en 1962. Rapporté au nombre des œufs pondus, ce pourcentage atteint 10,7 % contre 4,35 % en 1952, 11,3 % en 1956 et 12,05 % en 1962.

b) *Mortalité au stade des poussins.*

La chronologie des 493 décès de poussins dénombrés entre les mois de juillet et décembre est indiquée au Tableau VII.

TABLEAU VII

	1952	1956	1962	1963
Juillet	57 (4,2 %)	69 (8,5 %)	61 (9,0 %)	55 (11,2 %)
Août	170 (12,6 %)	121 (14,8 %)	243 (36,0 %)	157 (31,8 %)
Septembre	386 (28,6 %)	250 (30,7 %)	149 (22,1 %)	140 (28,4 %)
Octobre	498 (36,8 %)	281 (34,5 %)	200 (29,6 %)	105 (21,3 %)
Novembre	186 (13,7 %)	88 (10,8 %)	19 (2,8 %)	10 (2,0 %)
Décembre ...	55 (4,2 %)	6 (0,7 %)	2 (0,3 %)	26 (5,3 %)
TOTAL	1352	815	674	493

Malgré la très faible mortalité de l'année 1963, ce sont toujours les mois d'août, septembre et octobre qui sont les plus meurtriers. Le mois d'août l'emporte également en pourcentage, ce qui n'a rien d'étonnant quand on sait que la vitesse du vent, près de 20 m/s, fut la plus forte moyenne mensuelle enregistrée à Pointe Géologie depuis 1956.

L'analyse des causes de décès des poussins confirme une fois encore l'influence prépondérante des facteurs climatiques et alimentaires (Tableau VIII).

(1) Comme nous le verrons plus loin, 160 poussins furent sauvés d'une mort certaine par les soins de l'un d'entre nous. Sans cette intervention, la mortalité au stade des œufs aurait représenté 50,6 % de la mortalité des œufs et des poussins réunis (670 œufs + 653 poussins) soit, à quelques décimales près, le chiffre de l'année 1962 (50,1 %).

Source MNHN Paris

Tableau VIII

	1952	1956	1962	1963
Prédation par les Pétrels géants ..	68	279	143	35 (7,1 %)
Blizzard et inanition	1084	424	352	403 (81,7 %)
Chute dans les crevasses	53	8	1	20 (4,1 %)
Noyades	3	9	2	0
Batailles d'adultes	42	23	0	29 (5,9 %)
Maladie	34	1	3	4 (0,8 %)
Maladresse du couveur			1	
Divers . ..	68	71	172	2 (0,4 %)
Total	1352	815	674	493

Le pourcentage des décès constatés à la suite des tempêtes (81,7 %) est analogue à celui de 1952 (80,2 %), bien que le nombre des poussins ait été totalement différent (403 contre 1.084). Au contraire, le pourcentage des victimes des Pétrels geants, *Macronectes giganteus*, est proche de celui de l'année 1956. Ceci nous montre combien les chiffres relatifs à certaines causes de décès peuvent varier d'une année à l'autre ; la plus importante, exercée par les agressions climatiques sur les sujets les moins bien alimentés, l'emporte cependant toujours et de très loin sur les autres.

La mortalité des poussins de l'année 1963 est la plus faible de toutes les années d'observations depuis 1952. Elle représente 42,9 % de la mortalité des œufs et des poussins contre 49,85 % en 1962, 83,6 % en 1952, 54,6 % en 1956 et 80 % environ en 1958.

Cette faible mortalité des poussins en 1963 n'est pas due à des conditions climatiques plus favorables que les années précédentes, mais au fait que les agressions climatiques les plus sévères ne se sont pas produites à un moment critique de la vie du jeune Manchot empereur.

Il faut cependant préciser que près de 160 poussins transportés hors des limites de la colonie par la tempête du 27 août, ou prisonniers des crevasses de la glace de mer, ont été sauvés par nos soins. *Sans notre intervention, le chiffre des décès se serait donc élevé à 653 soit 49,4 % de la mortalité au stade des œufs et des poussins, cette dernière représentant alors 21,2 % des œufs pondus.*

Ces résultats ont été obtenus par le dénombrement direct

Source MNHN Paris

Tableau IX

		1952	1956	1958	1962	1963
Œufs	Total œufs pondus	6081	6000 env.		5623	6236
	Mortalité spontanée	265	679	± 400	678	670
Poussins	Total poussins éclos	5816	5321		4945	5566
	Mortalité spontanée	1352	815	± 1634	674	493
Mortalité totale (œufs et poussins)		1617 (26,5 %)	1494 (24,9 %)	± 2034 34 %	1352 (24,04 %)	1163 (18,7 %)
Total poussins vivant au 25 déc.		4220	4000		4270	5027
Effectif des adultes		± 12500	± 12500		11250	± 13300

des poussins effectué le 1[er] décembre 1963, au moment où la plupart d'entre eux se tenaient sur la glace continentale. Leur effectif s'élevait alors à 5 063 unités (± 20), chiffre qui est à la base des estimations concernant le nombre des œufs pondus et la population totale des adultes (Tableau IX).

Comme nous l'avons dit plus haut, l'augmentation de l'effectif des adultes par rapport au dénombrement précédent est assez nette. Nous l'avons attribuée à la présence de jeunes reproducteurs, mais il n'est pas exclu que d'autres facteurs puissent également intervenir. Nous ignorons en effet si les reproducteurs attardés du cycle précédent sont aptes à se reproduire l'année suivante ou tout du moins s'ils arrivent assez tôt pour le faire. Il est également permis de supposer que certains oiseaux peuvent être entraînés par les courants marins loin de leur zone pélagique habituelle. Se déplaçant d'Est en Ouest au large de la Terre Adélie, ces courants peuvent transporter quelques oiseaux de cette région vers la colonie de l'île Haswell, la plus proche à notre connaissance, mais ils peuvent également diriger vers Pointe Géologie ceux de la très importante colonie de l'île Coulman, située à l'Ouest, à l'entrée de la mer de Ross.

Source MNHN Paris

d) *Mortalité des adultes.*

Comme l'indique le Tableau X, sept décès d'adultes ont été enregistrés à la colonie pendant la totalité du cycle reproducteur. Trois avaient pour origine une blessure causée par un léopard de mer, *Hydrurga leptonyx*, ceux des 30 août et 6 octobre étaient probablement dus à la vieillesse, l'autopsie ayant donné un résultat négatif. Une occlusion intestinale, dont la cause nous a échappé, était responsable de la mort du mâle du 13 octobre ; enfin, le décès du 29 août fut causé par une asphyxie consécutive à l'englacement total de l'oiseau pendant un blizzard.

TABLEAU X

Mortalité des Manchots adultes

Date	Sexe	Cause du décès
22. IV.63	F	Blessure de Léopard de mer
27. VI.63	M	Blessure de Léopard de mer
29.VIII.63	F	Asphyxie par englacement
30.VIII.63	M	Vieillesse ? (aucun signe apparent)
6. X.63	?	Vieillesse ? (aucun signe apparent)
13. X.63	F	Occlusion intestinale
9. XI.63	M	Blessure de Léopard de mer

Il est bon de noter qu'en 1963 aucune femelle ne décéda à la suite d'une ponte difficile. Toutefois, une forte hémorragie fut observée le 17 mai chez l'une d'elle, qui mourut probablement en mer. Enfin de nombreux œufs couverts de sang furent abandonnés sur la zone de reproduction.

V. — LE NOMADISME DES OISEAUX SUR LA ZONE DE REPRODUCTION

Le relevé systématique des emplacements successifs occupés par les oiseaux au cours du cycle reproducteur annuel

PLANCHE II

1. — Groupe de poussins se déplaçant dans la zone des crevasses de la racine du glacier de l'Astrolabe (décembre 1963). *Photo P.-E. Victor.*

2. — Une partie de la colonie sur le Continent antarctique près du Nunatak du Bon Docteur. On distingue à l'arrière plan, à gauche, le début de la langue glaciaire de l'Astrolabe (décembre 1963). *Photo R. Guillard.*

Source MNHN Paris



1

PLANCHE II.

1

PLANCHE III

nous a conduit à définir quatre sites de séjour principaux (Fig. 6).

Premier emplacement.

La glace de mer de la zone de reproduction ne devait subir aucune débâcle dans les semaines postérieures à sa formation (6 mars). Aussi, contrairement aux précédentes années d'observations, les oiseaux se sont-ils groupés d'emblée sur ce que

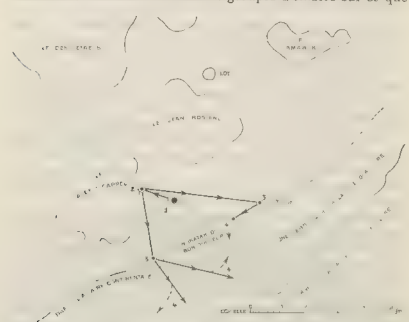


Fig. 6. — Emplacements successifs, occupés par les oiseaux de la colonie au cours de l'année 1963.

nous avons convenu d'appeler l'aire préférentielle (Prévost, 1963). La preuve est ainsi faite que cette zone est celle sur laquelle les oiseaux tendent à s'assembler dès leur arrivée à

Planche III

1. — Vue aérienne de l'Archipel de Pointe Géologie. On distingue en bas, à droite, la profonde baie en formation en arrière du Nunatak du Bon Docteur (décembre 1963). *Photo R. Guillard.*

2. — Aspect de la surface de la glace continentale après le séjour des oiseaux. Les trous peuvent atteindre 25 à 30 cm de profondeur (décembre 1963). *Photo P.-E. Victor.*

Source MNHN Paris

la côte ; si la glace qui la forme n'est pas suffisamment stable, ils séjournent ailleurs en attendant qu'elle le devienne. Les emplacements 1 et 2 définis précédemment par l'un de nous (Prévost, 1963) sont donc confondus en 1963, ce qui limite à quatre le nombre de ceux qui furent utilisés pendant la période de reproduction.

Jusqu'au mois de juin les oiseaux demeurèrent sur l'aire préférentielle, dont nous savons qu'elle est délimitée par les côtes Sud des îles A. Carrel et J. Rostand et la falaise glaciaire continentale. Comme les années précédentes, des mouvements de peu d'ampleur les conduisirent soit vers la falaise continentale, comme ce fut le cas au début du mois de mai, soit vers le Nord de l'aire préférentielle à la suite de la tempête du 25 mai.

Deuxième emplacement.

Dès le 13 juillet, soit quelque dix jours après les premières éclosions, la totalité de la colonie se trouvait sur la glace de mer bordant la côte Est de l'île A. Carrel, sur un emplacement également occupé en 1956 (emplacement 3) (Prévost, 1963).

La présence de la mer libre à quelques mètres de la colonie à cette époque semble bien montrer que si ce site est choisi pour son excellente ventilation indispensable aux adultes porteurs de poussins, il permet également aux oiseaux de se replier sur la glace insulaire en cas de débâcle de la zone de reproduction. Ce fut le cas au cours de la tempête du 27 août, mais la violence du vent était alors telle (la vitesse maximum enregistrée atteignait 72 m/sec) qu'elle bouscula même les adultes, dont certains furent retrouvés près des côtes de l'île des Pétrels. Cette observation, en tous points analogue à celle des 1er septembre 1952, 30 août 1956, et 3 au 10 septembre 1962, confirme l'existence, entre le 20 août et 10 septembre, d'une ou deux violentes tempêtes généralement accompagnées d'une dislocation quasi totale de la glace de mer, qui ont pour effet de contraindre les oiseaux à déserter momentanément cette dernière. Bien qu'aucun observateur n'ait été le témoin d'une débâcle totale de la zone de reproduction, il ne faut pas en écarter l'hypothèse ; en 1963 comme en 1962, la mer libre la cernait de toutes parts et il suffisait de quelques heures de tempête supplémentaires pour qu'elle soit disloquée à son tour.

Source MNHN Paris

Le 2 octobre, 50 % des oiseaux de la colonie se tenaient sur la glace insulaire du versant Est de l'île A. Carrel et leur nombre augmentait encore les jours suivants jusqu'au 20 octobre. Or le 1er octobre, d'importantes cassures s'étaient produites dans la glace de mer sous la poussée du glacier. Les ondes transmises avaient vraisemblablement exercé sur les oiseaux la même influence que celles qui annoncent une débâcle imminente puisqu'ils s'étaient réfugiés sur l'île.

Troisième emplacement.

Le 7 octobre, un groupe d'oiseaux se dirigeait vers le Nunatak, puis vers la côte Sud de l'île J. Rostand. Le 19, il se trouvait près du récif bordant les éboulis du glacier, sur l'emplacement n° 1 des années 1952 et 1956 (PRÉVOST, 1963). La partie la plus importante de la colonie abandonnait l'île A. Carrel le 20 octobre pour se diriger vers la falaise continentale au Sud.

Quatrième emplacement.

Le 7 novembre, ces deux groupes étaient dispersés tout au long de la falaise continentale et, le 13, les premiers oiseaux montaient sur le Continent lui-même. Un groupe se reformait près de l'île Carrel et celui du Continent se scindait en trois parties dès le 30 novembre. Jusqu'à la désertion complète de la colonie, la plupart des adultes et des poussins demeurèrent sur le Continent où la fonte superficielle de la glace les obligeait à se déplacer souvent.

Nous savons qu'en 1952 et 1956 la colonie se partageait en deux groupes, le plus important étant installé dans les éboulis du glacier de l'Astrolabe, le second près de l'île Lamarck. En 1962 il y avait également deux groupes, dont l'un se tenait près de cette dernière île alors que l'autre franchissait la falaise continentale (ARNAUD, 1964). Si l'itinéraire des premiers déplacements de l'année 1963 est analogue à celui de l'année précédente, il devait se poursuivre par contre en direction du Continent où la quasi-totalité de la colonie s'établissait.

L'un de nous (PRÉVOST, 1963) a écrit que le choix du dernier emplacement était influencé par le pourrissement de la glace de mer de l'aire préférentielle, que les oiseaux abandonnaient au profit des éboulis du glacier. Bien que tout à

Source MNHN Paris

fait paradoxal, le choix de ce dernier site nous paraissait motivé par son exposition au rayonnement solaire. Les observations de 1963 tendent à montrer qu'il n'en est pas exactement ainsi : cette année, la glace de mer de la colonie était demeurée parfaitement saine et les oiseaux l'ont cependant désertée vers la mi-novembre, comme chaque année. Selon les observations de l'un de nous, ce départ est motivé par la recherche de neige fraîche, seule source d'eau dont disposent les adultes et les poussins à la côte. Dès la première quinzaine de novembre, les rares congères de l'aire préférentielle étant souillées par les déjections, les oiseaux vont, selon l'année, soit dans les éboulis du glacier, soit près de la falaise continentale où elles sont encore abondantes et propres.

Le séjour de la totalité de la colonie sur la glace continentale répond à une nécessité d'ordre tout différent ; elle n'a pour but que de soustraire les poussins à une débâcle survenant avant l'achèvement complet de leur croissance. En 1963 les premiers oiseaux étaient présents sur le Continent le 13 novembre et la mer libre était alors à 15 km de la colonie ; elle n'en était distante que de 500 mètres quand les derniers y montaient à leur tour.

L'approche d'une débâcle s'accompagne donc presque toujours d'une migration des Manchots empereurs vers un substrat stable. Les versants des îles A. Carrel et J. Rostand constituent les refuges les plus favorables pour la période d'incubation et d'élevage des poussins ; leur exiguïté et leur pauvreté en neige les font abandonner au profit du Continent à la fin du cycle reproducteur.

En conclusion, les observations de 1963 confirment celles des années précédentes (Prévost, 1963 ; Arnaud, 1964) à savoir que la zone où se reproduisent les Manchots empereurs de Pointe Géologie est la première à être prise par la glace et la dernière à en être libérée. Les débâcles hivernales ou automnales ne l'atteignent généralement pas.

Si les Manchots empereurs de Pointe Géologie ont été contraints, en l'absence de glace continentale plane, de choisir un substrat aussi incertain que la glace de mer, ils se sont établis dans un endroit où les débâcles ont moins de chances de se produire qu'ailleurs. Ils n'en demeurent pas moins très sensibles à tout événement susceptible de les influencer. Toute violente tempête agit en effet sur la houle et par conséquent sur la glace de mer. L'amplitude des mouvements de cette

Source : MNHN, Paris

dernière, d'autant plus marquée que la mer libre est proche, prévient les oiseaux de l'imminence du danger ; ils peuvent alors se réfugier sur la glace insulaire pour lui échapper.

Les facteurs climatiques influencent donc au premier chef le choix des emplacements occupés sur la zone de reproduction par les Manchots empereurs de Pointe Géologie (1).

SUMMARY

241 visits were made at the Pointe Géologie Emperor penguin colony during 1963 in order to establish the chronology of the phases of the breeding cycle.

The setting up of a meteorological station in the centre of the breeding area enables the study of the microclimate. The results obtained confirm those of 1952 and 1956.

Mortality rate of eggs and chicks has been observed to be less important than in previous years.

The study of bird movements on the breeding area has shown that the predominant factors involved are similar to those of the past years. Therefore the sejourn on the continental ice at the end of the cycle is conditioned by the need for fresh snow ; it also prevents the chicks from being carried out to sea by an early breaking up of the sea-ice.

BIBLIOGRAPHIE

ARNAUD, P., 1964. — Observations écologiques à la colonie de Manchots empereurs en 1962. (*Article précédent*).

BUDD, G. M., 1961. — A dwarf egg of the Emperor penguin. *The Emu*, 61 : 203-204.

PRÉVOST, J., 1961. — Écologie du Manchot empereur *Aptenodytes forsteri* Gray. Paris, Hermann, 204 p.

PRÉVOST, J., 1963. — Influence des facteurs bioclimatiques sur le nomadisme des Manchots empereurs à la colonie de Pointe Géologie. *L'Oiseau et R.F.O.*, 33 : 90-101.

(1) Les observations de 1963 ont également montré un fait extrêmement intéressant dont les conséquences sur l'avenir de la colonie de Pointe Géologie peuvent être importantes. Comme nous le montre la photo 2 de la planche II, la glace continentale se creuse de plus en plus entre le glacier et le Nunatak du Bon Docteur. A plus ou moins brève échéance ce dernier sera isolé du Continent et formera une île. La langue glaciaire se réduisant par ailleurs chaque année davantage, on peut d'ores et déjà s'interroger sur les réactions des Manchots empereurs devant ces profondes modifications de la topographie de la zone de reproduction. L'abandon de la zone d'éboulis du glacier de l'Astrolabe comme site de séjour ces deux dernières années, pourrait bien n'en être que le prélude.

Source MNHN Paris

A PROPOS DES PREMIERES MESURES DE TOPOGRAPHIE THERMIQUE CHEZ LES SPHENISCIDES DE LA TERRE ADELIE

par Jean Prévost et Jean Sapin-Jaloustre

Parmi les problèmes posés par l'acclimatation des homéothermes aux conditions extrêmement sévères de la côte antarctique, la thermo-régulation des oiseaux apparaît d'emblée comme l'un des plus curieux. Citons seulement un fait qui provoque l'étonnement de tous les observateurs : le bourrelet plantaire du Manchot empereur reste pendant des mois au contact de la glace à —20°C et parfois à —40°C sans fusion de la glace et sans dommage pour les oiseaux. Il faut donc admettre que certains tissus d'homéothermes à température centrale voisine de 38°C sont capables de vivre et de fonctionner pendant des mois à des températures négatives.

Des études de la topographie thermique des mammifères et des oiseaux de l'Arctique ont été publiées récemment par un certain nombre d'auteurs au premier rang desquels il faut placer L. Irving. Elles ont montré combien la notion de température constante était relative chez les homeothermes. Le but de ce travail est d'exposer les premières observations et mesures faites sur les Manchots de Terre Adélie : Manchot empereur *Aptenodytes forsteri* et Manchot Adélie *Pygoscelis adeliae*.

Ces deux Sphéniscidés peuplent l'Archipel de Pointe Géologie. Le Manchot Adélie nidifie sur les rochers au cours de l'été austral, formant des sociétés coloniales à mosaïque de territoires individuels juxtaposés. La plupart des actes de la vie familiale, la période d'incubation et une partie de l'élevage des poussins se déroulent donc dans les limites relativement étroites de ce territoire.

Contrairement au précédent, le Manchot empereur se reproduit pendant le plein hiver et forme une société d'aspect bien différent. Incapable de se déplacer sur les rochers ou

Source MNHN Paris

dans les zones accidentées, cet oiseau lourd et maladroit a « colonisé » la banquise qui isole le Continent antarctique de la mer libre entre les mois de mars et décembre. Cette colonisation s'est accompagnée d'un nomadisme quasi permanent et d'une incubation itinérante rendue possible par le port de l'œuf sur les pattes. L'absence presque totale de rivalités individuelles ne pouvait que favoriser la formation des groupements les plus denses adoptés pendant les tempêtes hivernales, baptisés « tortues » par CENDRON (1952) et nous-mêmes (PRÉVOST, 1953) et « huddle » par STONEHOUSE (1953). Nous envisagerons donc successivement les caractéristiques des milieux, celles des ambiances thermiques en contact avec ces Manchots antarctiques, les notions que nous pouvons avoir actuellement de leur thermo-régulation sur la base des quelques données acquises et, par comparaison avec les autres homéothermes adaptés au froid, les mesures effectuées, leur interprétation et les conclusions, les hypothèses et les problèmes qu'elles permettent de poser.

LES AMBIANCES THERMIQUES DES SPHENISCIDES ANTARCTIQUES

LE CLIMAT ANTARCTIQUE

Tel qu'il peut être défini d'après les observations météorologiques des expéditions et après les nombreuses et importantes études de l'Année Géophysique Internationale, il est grossièrement schématisé par les caractéristiques suivantes qui l'opposent au climat arctique :

moyennes annuelles de température très basses, se plaçant en gros à plus de 10° C au-dessous des moyennes de l'Arctique pour les latitudes correspondantes ;

absence de températures positives pendant l'été, sauf pour le nord de l'Antarctide sud-américaine ;

hivers « dépourvus de centre », avec des moyennes mensuelles très voisines pendant six à huit mois (Fig. 1).

Les côtes où vivent les Manchots appartiennent à trois régions climatiques définies par ALT (1960) (Fig. 2).

Les côtes des mers de Ross et de Weddell, à des latitudes

Source MNHN Paris

Fig. 1. — Moyennes de température et de vent dans les divers climats antarctiques.

Fig. 2. — Limite des différents régimes météorologiques de l'Antarctique (pointillé) :

A — Bande côtière intéressée par le front polaire austral. Vents catabatiques.

B — Haut plateau oriental. Dépressions rares. Fortes inversions en hiver. Faibles précipitations.

C — Couloir Mer de Ross, Mer de Weddell. Zones de contrastes suivant la présence ou non de perturbations.

D — Péninsule antarctique. Passage des dépressions du front polaire. Fortes dépressions. Climat relativement doux.

E — Pas d'observations dans cette zone.

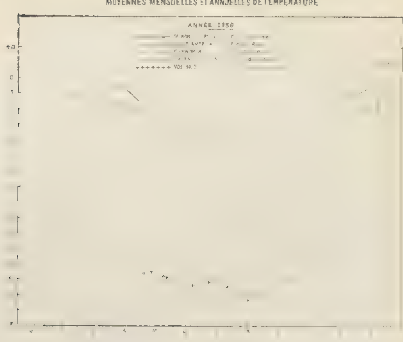
Fig. 3. — Mesures du « pouvoir de refroidissement » en fonction du vent, de la température et du blizzard.

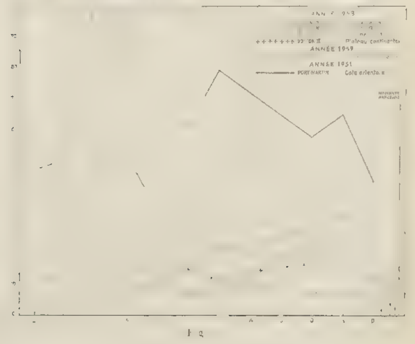
Les courbes descendantes représentent le temps de refroidissement de 40 à 20°C de l'appareil utilisé (cylindre métallique rempli d'eau) en fonction de la vitesse du vent et pour les températures de —10°, —20°, —30°. Les courbes en trait plein ont été établies d'après les mesures faites en Terre Adélie dans le blizzard. Les courbes en trait pointillé ont été établies dans l'air sans blizzard de la soufflerie refroidie des établissements Chausson. L'écart entre les deux types de courbes mesure l'effet de la glace transportée par le blizzard. Les temps sont en minutes et secondes, les vitesses de vent en m/s et km/h.

Les courbes ascendantes représentent le « pouvoir de refroidissement » pour l'appareil utilisé et pour la température de —20°, dans le blizzard de Terre Adélie (courbe en trait plein) et dans l'air sans blizzard (courbe en trait pointillé). Le « pouvoir de refroidissement » est ici défini : nombre de cal/g perdues par seconde par l'appareil de mesure. L'appareil perdait 1.730 cal/g en passant de 40 à 20°. Les points des courbes de « pouvoir de refroidissement » ont été obtenus en divisant 1.730 par le nombre de secondes indiqué, pour chaque vitesse de vent, par les courbes de temps de refroidissement pour la température de —20°. « Pouvoir de refroidissement » en cal/g/s, vent en m/s et km/h.

On voit que le « pouvoir de refroidissement » est de 2,1 cal/g/s pour un vent de 3 m/s ; de 4,2 cal/g/s pour un vent de 10 m/s ; de 7,7 cal/g/s pour un vent sans blizzard de 40 m/s et de 19,2 cal/g/s pour le même vent de 40 m/s très fortement chargé de glace dans un grand blizzard de Terre Adélie.

Source MNHN Paris





Source MNHN Paris



Fig. 2.

Source MNHN Paris

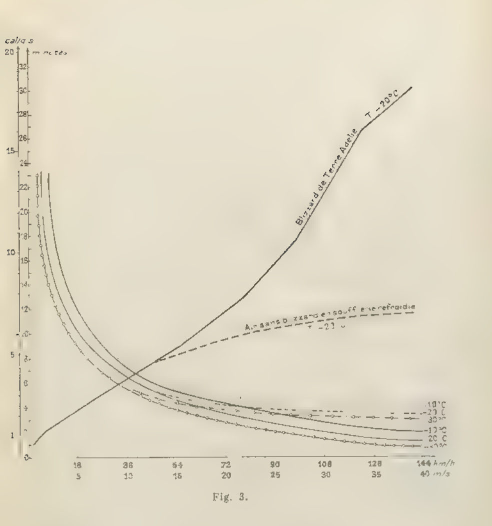


Fig. 3.

Source MNHN Paris

de 70° à 78° S ont des moyennes annuelles de —20 à —25° C, des étés sans températures positives, des moyennes mensuelles hivernales parfois extrêmes comme celle de Framheim en août 1911 (—44,4, ou celle de Little America en juillet 1940 (—39,4).

Les côtes de la partie nord de la Terre de Graham jouissent d'un climat beaucoup plus doux, avec des températures d'été légèrement positives, une forte nébulosité, des vents variables, et sont en fait intermédiaires entre l'Antarctique et le Subantarctique.

Les côtes voisines du Cercle Polaire, entre les méridiens 0 et 170 Est, ont une moyenne annuelle de l'ordre de —10° C, de rares maximums positifs pendant quelques jours d'été et des minimums hivernaux voisins de —35°C. Mais certains secteurs, et en particulier la Terre Adélie, sont balayés par des tempêtes extraordinairement violentes et fréquentes qui bouleversent complètement les conditions des échanges thermiques. De plus, on y observe avec une extrême fréquence (300 jours par an en certaines régions de la côte de Terre Adélie) un phénomène qui n'apparaît pas dans les chiffres de vitesse de vent ni de température, *le blizzard*, qui est une caractéristique climatologique essentielle. Formé par la suspension dans l'air en mouvement de petites balles de glace de 100 à 200 μ de diamètre, à charge électrique très forte, pouvant atteindre une densité considérable (le 10 juillet 1950 à Port Martin, plus de 2,6 tonnes de glace transportée chaque heure à travers une surface de 1 m² dont le centre est à 0,60 m au-dessus du sol). Le blizzard, parmi beaucoup d'autres propriétés, possède des effets thermiques très importants pour les échanges thermiques des homéothermes aériens, comme nous tenterons de le montrer plus loin.

Les ambiances réellement en contact avec les Manchots

Comme nous l'avons montré dans des travaux précédents (Sapin-Jaloustre, 1960, Prévost, 1961), les données des stations météorologiques définissant les climats schematisés plus haut, sont très insuffisantes pour étudier les conditions réelles d'échanges thermiques des homéothermes antarctiques. Dans ces échanges interviennent d'une manière pré-

Source MNHN Paris

pondérante, la notion de « pouvoir de refroidissement » des ambiances antarctiques d'une part, la notion de micro-climat aérien et de milieu liquide ou solide en contact avec le tégument d'autre part.

1°) *Le pouvoir de refroidissement.*

Dans l'étude des échanges thermiques d'un corps donné plongé dans une ambiance donnée, les facteurs appartenant à l'ambiance sont nombreux et comprennent notamment, outre la température de cette ambiance, sa nature fixant sa conductibilité thermique, sa vitesse de déplacement, sa couleur, la température de ses parois, dans le cas de l'air son degré hygrométrique, la qualité et la quantité des particules transportées, etc., beaucoup de ces facteurs étant actuellement impossibles à mesurer dans les ambiances antarctiques. Mais si nous considérons un même corps à une même température, choisi comme instrument de mesure, nous pouvons mesurer l'effet thermique total de différentes ambiances sur lui et définir ainsi le « pouvoir de refroidissement » d'une ambiance pour le corps choisi à la température choisie et, dans le cas d'un corps chaud dans une ambiance froide : « quantité de chaleur perdue par unité de surface et dans l'unité de temps par le corps donné à la température donnée ». Cette notion de pouvoir de refroidissement ne fait que préciser l'observation universelle de tous les habitants des pays froids : il « fait plus froid » par une température de 20° avec un vent de 100 km/h que par une température de 50° en air calme. Dans le deuxième cas, le visage peut rester longtemps sans protection, dans le premier cas, les gelures apparaissent en quelques minutes. Cette notion de pouvoir de refroidissement est la seule qui nous permette de comprendre et d'étudier les échanges thermiques des homéothermes plongés dans les ambiances antarctiques.

Les mesures effectuées en Terre Adélie (Fig. 3) (SAPIN-JALOUSTRE, 1955, 1960) montrent que, pour un corps métallique choisi dont la température varie de 40 à 20°C, pour une température de 20° le pouvoir de refroidissement est 20 fois plus grand dans un blizzard de 100 km/h qu'en atmosphère calme et est de l'ordre de 12 cal/g s. Pour une même température de —20°, et pour une vitesse de vent de 130 km/h, la glace transportée par le blizzard multiplie par deux le pouvoir de refroidissement en air sec et le chiffre

Source MNHN Paris

est alors de 17 cal/g/s Dans l'eau de mer à faible courant et à 1°,9, le pouvoir de refroidissement est sensiblement le même que dans un blizzard de 110 km/h avec une température de —20°.

Il est donc légitime de conclure que, du point de vue de la thermo-régulation des homéothermes exposés au climat antarctique, la caractéristique essentielle d'une ambiance, c'est son pouvoir de refroidissement. Dans les conditions des mesures, parmi les facteurs commandant le pouvoir de refroidissement dans l'air, à côté de la température, le vent apparaît comme prépondérant.

2°) *Les micro-climats aériens naturels.*

L'écologie et la micro climatologie ont montré combien les micro climats effectivement en contact avec les êtres vivants peuvent être différents du climat général défini par les stations météorologiques. Des séries de mesures faites en Terre Adélie (Sapin Jaloustre, 1955, 1960 ; Prévost, 1961) ont essayé de préciser les micro-climats dans lesquels vivent les Manchots antarctiques Parmi les éléments du climat, seuls la température et le vent ont pu être mesurés à des hauteurs de 1, 25, 50, 100 cm au-dessus du sol, en des points précis représentatifs des divers « sites » où se déroule la vie des Manchots . glace de mer sans abri où hivernent les Manchots empereurs, nids de Manchots Adélie dans les rochers bien abrités du vent, sastruggis, crevasses, etc... (Fig. 4 et 5).

Les mesures ont mis en évidence les faits suivants ·

1. La vitesse du vent est l'élément essentiel du micro-climat puisqu'elle commande le pouvoir de refroidissement et qu'elle varie dans de larges limites, contrairement à la température.

2. Entre le sol et 50 cm, dans un nid bien abrité de Manchot Adélie, le vent est 4 à 5 fois plus faible que le vent enregistré par les anémomètres de la station météorologique ; le pouvoir de refroidissement est environ le quart de celui du climat général (Fig. 6).

3. Entre le sol et 25 cm, sur un champ de glace sans abri, un Manchot empereur couché vit dans un vent toujours inférieur à la moitié du vent indiqué par la station météorologique et le pouvoir de refroidissement de l'ambiance réelle

Source MNHN Paris

où il est plongé est à peu près la moitié de celui du climat général.

Malgré le caractère incomplet et improvisé de ces premières études de micro-climatologie antarctique, il est possible d'affirmer que *les Sphéniscidés antarctiques vivent dans*

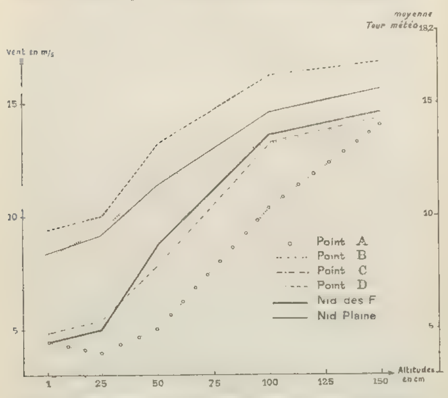


Fig. 1. — Microclimats de Terre Adélie. Vitesse du vent en fonction de l'altitude pour les 6 points caractéristiques. Moyennes de 6 séries de mesures entre le 13 novembre et le 5 décembre 1950. Vent en m/s, altitude en cm. Différence considérable entre la courbe du point A, bien protégé, et celle du point D, sans abri. Gradient de vent toujours important, spécialement dans les endroits abrités. Le vent est le facteur essentiel des microclimats.

Point A : point de croupe rocheuse très abritée par des écrans rocheux en amont et en aval.

Point B : sommet de croupe rocheuse sans abri important.

Point C : point de croupe rocheuse, non abrité vers l'amont mais avec déflecteur vers l'aval.

Point D : champ de glace sans aucun abri.

Nid des F : nid du couple marqué F, type de nid très abrité.

Nid « Plaine » : nid sur surface rocheuse sans déflecteur, exposé aux vents dominants.

Source MNHN Paris

des ambiances thermiques aériennes beaucoup moins sévères que celles définies par la météorologie synoptique.

3°, *Les autres ambiances thermiques naturelles.*

A côté du micro-climat aérien, *la deuxième ambiance thermique en contact avec les Manchots est représentée par l'eau de mer*, dont les caractéristiques thermiques (conductibilité, chaleur spécifique, etc... sont évidemment bien différentes de celles de l'air. La répartition géographique des deux espèces de Sphéniscides antarctiques montre que ces oiseaux restent pratiquement toute leur vie au Sud de la ligne de convergence des eaux antarctiques et subantarctiques et que, d'une manière plus précise, ils peuvent être considérés comme liés, tout au long de l'année, à la banquise antarctique. Les études, encore très fragmentaires, des eaux antarctiques prouvent que, sans doute du fait de la quantité énorme des glaces immergées et de leur fusion, la température varie très peu au cours du cycle annuel. Les mesures dont nous disposons actuellement indiquent des températures minima de −2° en hiver et des maxima de −1° en été. La température de l'ambiance marine des Manchots antarctiques est donc toujours voisine de 0° et il semble que les températures des différentes masses d'eau mises en évidence par les travaux récents (DEACON, 1959) puissent être négligées dans le problème particulier des échanges de chaleur des Manchots. La vitesse de déplacement de l'eau, due aux courants, mais surtout aux mouvements des Manchots, joue certainement — comme le vent dans l'air — un rôle important. Les mesures de pouvoir de refroidissement des eaux antarctiques avec l'appareil dont il a été question plus haut mettent en valeur le caractère de « *redoutable emprunteur de chaleur* » *de l'eau froide* : dans l'eau à −1°9, avec faible courant, répétons-le, le pouvoir de refroidissement atteint 14 cal g s, comme dans un blizzard de 110 km/h avec −20°. Ce chiffre serait évidemment beaucoup plus élevé pour un déplacement relatif correspondant à la vitesse de nage des Manchots.

Mais l'examen d'un Manchot sortant de l'eau montre que, comme chez les autres oiseaux aquatiques, le plumage réalise une enveloppe imperméable à l'eau parce que contenant une couche d'air importante. Au niveau des surfaces couvertes de plumes, les échanges thermiques de la peau ne se

Source MNHN Paris

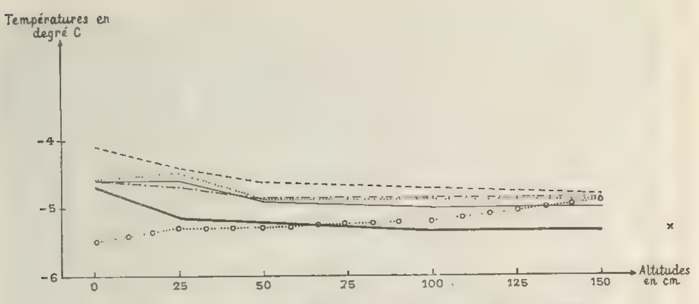


Fig. 5. — Microclimats de Terre Adélie. Température de l'air en fonction de l'altitude pour les 6 points caractéristiques. Moyennes de 5 séries de mesures entre le 13 novembre et le 5 décembre 1950. Température en degrés C, altitude en cm. Gradient de température très faible. Différence de quelques dixièmes entre l'altitude de 1 cm et celle de 100 ou 150 cm, température un peu plus haute près du rocher, un peu plus basse près de la glace, par rapport à la température de l'air entre 100 cm et 150 cm. La température joue donc très peu dans les microclimats.

Pour la signification des points A, B, etc..., se reporter à la légende de la Figure 4.

Source MNHN Paris

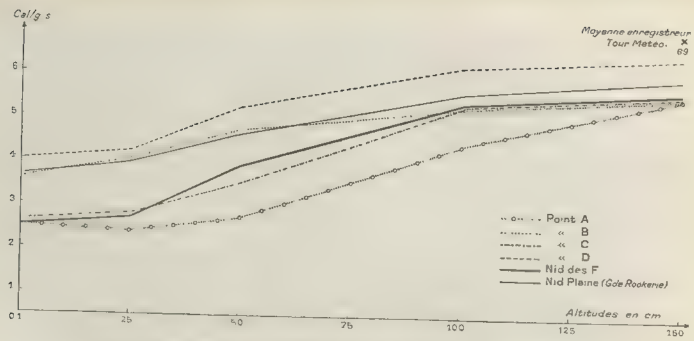


Fig. 6. — Microclimats de Terre Adélie. « Pouvoir de refroidissement » en fonction de l'altitude et pour la température de –20° pour les 6 points caractéristiques. Le « pouvoir de refroidissement » est de 2,5 cal/g/s en A ou dans le nid du couple F entre le sol et 25 cm quand il est de 7 cal/g/s au niveau des enregistreurs de la Tour météorologique.

Pour la signification des points A, B, etc..., se reporter à la légende de la Figure 4

Source MNHN, Paris

font pas avec de l'eau à 0°, mais avec de l'air immobile, échanges absolument différents. En réalité, *le véritable contact avec l'eau n'existe qu'au niveau des parties non couvertes de plumes, donc seulement au niveau des pattes, qui constituent, comme nous le verrons plus loin, des surfaces restreintes et à caractères très particuliers.*

C'est une surface encore beaucoup plus réduite du corps de l'oiseau, la face plantaire des pattes ou même le bourrelet plantaire seul, *qui est en contact avec la troisième ambiance thermique des Manchots : le sol,* toutes les autres régions de l'oiseau étant, dans toutes les positions, isolées par le plumage. Il s'agit de rochers et de cailloux des nids chez le Manchot Adélie, souvent à une température voisine de celle de l'air, mais aussi parfois à une température largement positive sous le soleil de l'été. Il s'agit de glace ou de névé pendant une grande partie de la vie du Manchot Adélie et pendant la quasi totalité de la vie aérienne du Manchot empereur. On peut admettre que la température de surface de la glace est voisine de la température moyenne de l'air pendant une période donnée. Elle est donc très largement négative pendant presque toute l'année, descendant probablement à – 40° et au-dessous pendant le séjour hivernal des colonies de Manchots empereurs du fond de la mer de Ross et de la mer de Weddell. Nous n'avons pas de chiffres sur les pouvoirs de refroidissement du rocher et de la glace, mais ils sont certainement très élevés. En cas de fusion de la glace, la chaleur de fusion viendra augmenter considérablement ce pouvoir de refroidissement.

Au terme de cette brève tentative d'étude des ambiances thermiques en contact avec les Sphéniscidés antarctiques, malgré les très nombreuses inconnues actuelles, il est possible d'affirmer que, sauf dans le cas particulier des rochers sombres au soleil, *il s'agit toujours d'ambiances à pouvoir de refroidissement très élevé, donc de conditions d'échanges thermiques très défavorables pour les homéothermes. D'emblée il faut envisager, chez les Manchots antarctiques, des moyens extrêmement efficaces de diminution de la thermolyse.*

Source MNHN, Paris

LA THERMO-REGULATION DES SPHENISCIDES ANTARCTIQUES

Il n'est évidemment pas possible de nos jours d'étudier d'une manière systématique la thermo-régulation des Manchots antarctiques. Nous *n'avons pas de mesures de métabolisme et ne savons rien de la thermo-régulation chimique.* Les seuls chiffres utilisables que nous possédons concernent les variations de poids des oiseaux pendant le jeûne physiologique à une période où l'oiseau ne reçoit aucun apport calorique alimentaire ni aucune forme connue d'énergie venant du monde extérieur, la balance des échanges par rayonnement, même par beau temps d'hiver, devant être largement négative. Les observations de l'un de nous (Prévost, 1961) permettent d'estimer qu'un Manchot empereur perdant 20 kg en 120 jours de jeûne (soit la moitié environ de son poids d'arrivée) dispose de 1.300 cal g par jour pour la totalité de ses besoins énergétiques, en admettant que la perte de poids se fasse uniquement aux dépens de graisses fournissant 8 cal. par gramme pendant leur utilisation. On peut donc prévoir qu'une quantité très limitée d'énergie peut être consacrée à la thermo-régulation chimique et donc que la thermo-régulation physique par diminution de la thermolyse **doit être très importante.**

Dans le domaine de cette thermo-régulation physique, quelques informations fragmentaires sont acquises.

La température centrale, mesurée par la température rectale, variable dans d'assez larges limites comme le montreront nos mesures, est pratiquement toujours supérieure à 35°.

La température cutanée, au niveau de la « plaque incubatrice », est relativement élevée aussi bien chez le Manchot empereur que chez le Manchot Adélie et souvent voisine de 35° donc de la température rectale. Ceci est prouvé par la mesure très facile de la température des œufs en incubation (Sapin-Jaloustre, 1960 ; Prévost, 1961). Il n'y a donc pas une « enveloppe froide » générale permettant la conservation de la chaleur du « noyau ». La simple palpation montre d'ailleurs que la surface du corps est partout chaude et cela sera confirmé par nos mesures. Cette température de

Source MNHN Paris

surface ne peut être maintenue dans les ambiances antarctiques telles que nous avons tenté de les définir, et avec une quantité très limitée d'énergie à la disposition de la thermorégulation chimique, que *grâce à un pouvoir isolant remarquable du plumage*. Mais ce pouvoir isolant ne peut guère être susceptible de variations importantes, car son aspect ne change pratiquement pas. *Le corps des Manchots antarctiques est donc en permanence* (sauf peut-être pendant la mue) *dans une enveloppe « adiabatique » s'opposant très efficacement, et évidemment dans les deux sens, aux échanges de chaleur entre la peau et le milieu extérieur.*

Mais l'on connaît *l'augmentation considérable de la thermogenèse au cours de l'activité musculaire* chez tous les homéothermes et la nécessité de mécanismes permettant d'évacuer la chaleur, comme la sudation et la polypnée thermique. Tous les explorateurs polaires se sont trouvés devant le « dilemne du vêtement » : si l'on est chaudement vêtu pour assurer le confort au repos, la transpiration commence au moindre effort et il faut se découvrir pour la simple marche et mettre à nu « les radiateurs » de refroidissement constitués chez l'homme par la tête, le cou et les mains. Même à très basse température, les chiens de traîneaux ont besoin d'une polypnée thermique intense pour dissiper la chaleur de l'effort. *Chez les Manchots dont le plumage réalise une enveloppe à pouvoir isolant considérable et à peu près invariable, qui n'ont recours ni à la sudation ni à la polypnée thermique importante semble-t-il, l'évacuation de la chaleur du travail musculaire ne peut se faire qu'au niveau des « radiateurs » et ces radiateurs ne peuvent se trouver qu'au niveau des parties non protégées par l'enveloppe « adiabatique » du plumage, donc au niveau des pattes* et aussi sans doute à un moindre degré au niveau des ailerons dont le plumage et le duvet sont relativement peu épais. Le rôle des muqueuses des voies aériennes supérieures n'a pas pu être étudié.

PLANCHE IV

1. — Petite « tortue » de poussins de Manchot empereur au début de la seconde partie de l'élevage (8.IX.1956).
2. — Les deux poussins d'une même nichée de Manchot Adélie à la période des « crèches ». Le poussin le plus gros laisse diffuser sa chaleur interne au niveau des pattes largement étendues alors que le plus petit, dont la thermo-régulation est encore imparfaite, se réchauffe au contact du premier (janvier 1956).

Source MNHN Paris



1

2

PLANCHE IV

La variabilité des échanges thermiques au niveau de ces radiateurs doit être considérable, puisqu'ils doivent retenir un maximum de chaleur au contact de l'air ou de la glace à — 40° et qu'ils doivent aussi dissiper une importante quantité de chaleur dans l'air à 0° en été. *Un premier « effet variable »* est obtenu par le comportement individuel et la position choisie par l'oiseau : par grand froid, les radiateurs sont masqués, le tarse et le dos des pattes sont protégés par les plumes de l'oiseau assis ou couché sur ses pattes, la région de la plaque incubatrice — ou l'œuf — réchauffant leur face dorsale, le contact avec la glace ne se faisant que par le bourrelet plantaire et les ongles (Prévost, 1961), la face interne des ailerons plaquée contre le corps ; au contraire, dans les belles journées de l'été, les oiseaux sont allongés, toute la partie glabre des membres inférieurs largement exposée et souvent les ailerons en croix, le bec ouvert avec un certain degré de polypnée (Pl. IV, 2). *Mais cette variation importante de la surface des radiateurs* ne semble pas pouvoir être suffisante et, à côté de la variation de surface, il est légitime de prévoir qu'il y a aussi *variation de la conductibilité et de la température*. Nous ne pouvions pas étudier la conductibilité, mais c'est pour mettre en évidence les variations de la température de surface des radiateurs que nos mesures ont été entreprises.

Un autre aspect actuellement connu de la thermo-régulation physique appartient à l'éthologie des Manchots et à leur comportement social. Non seulement les jeunes, dont la thermo-régulation est encore fragile, bénéficient par leur contact avec le parent couveur de la protection thermique et de la chaleur de ce dernier comme cela se produit dans de très nombreuses espèces, mais les jeunes Manchots Adélie et empereurs (Pl. IV, 1), et surtout les Manchots empereurs adultes, en se serrant les uns contre les autres et en s'imbriquant véritablement les uns dans les autres, forment ces impressionnantes masses d'oiseaux décrites sous le nom de « tortues » par Cendron (1952) et par Prévost (1953) et sous le terme de « huddle » par Stonehouse (1953). Ainsi, à la surface de convection individuelle est substituée une surface de convection collective infiniment plus favorable et chaque oiseau bénéficie de la protection du vent et de la chaleur de ses compagnons. Ceci est prouvé par la rapidité de perte de poids pendant le jeûne des Manchots empereurs :

Source : MNHN, Paris

la perte de poids quotidienne des oiseaux est manifestement plus élevée quand ils sont isolés hors de la colonie et donc réduits à leurs moyens individuels de défense contre le froid. Elle peut même largement doubler dans certaines mesures (Prévost, 1961).

Nous pouvons donc résumer ainsi nos modestes connaissances actuelles sur la thermo-régulation des Manchots antarctiques :

1° la température rectale est variable ; 2° il existe une enveloppe relativement chaude protégée par un plumage véritablement « adiabatique » ; 3° il existe également des « radiateurs glabres » dont l'effet de rétention ou d'évacuation de la chaleur varie dans des limites très étendues grâce à des variations de surface et de température ; 4° enfin, les moyens sociaux de diminution de la thermolyse sont aussi importants qu'efficaces.

OBSERVATIONS ET MESURES

Effectuées au cours de divers séjours en Terre Adélie, elles portent sur les deux espèces de Sphéniscidés antarctiques se reproduisant dans l'Archipel de Pointe Géologie.

I. — Manchot empereur *Aptenodytes forsteri*

Ce vertébré homéotherme supportant normalement les températures les plus basses du globe, il nous a semblé particulièrement intéressant d'étudier sa température rectale. Simultanément, nous avons cherché à savoir si les « tortues » ne constituaient pas un effet de groupe fondamental qui, en diminuant les pertes de chaleur individuelles des oiseaux, leur permettaient de supporter avec succès un jeûne physiologique parfois long de trois mois, pendant la période d'incubation.

Les mesures systématiques entreprises en 1956 et complétées récemment (1963) par Guillard ont néanmoins permis de dégager un certain nombre de notions essentielles (1).

(1) Une partie de ces mesures a déjà fait l'objet d'une publication : Vie sociale et thermo-régulation chez le Manchot empereur *Aptenodytes forsteri*. *Alauda*, 1957, 25 : 167-173.

Source MNHN Paris

1° — Etude de la température rectale au cours du cycle annuel

Technique des mesures.

La température rectale a été mesurée soit avec un thermomètre médical classique gradué de 35 à 42°C, soit avec un thermomètre à mercure de précision étalonné pour les températures inférieures ou égales à 35°. L'instrument de mesure était introduit au delà du cloaque, dans le rectum, à une profondeur minimum de 6 cm pendant une durée au moins égale à 60 secondes.

Résultats.

L'ensemble des résultats de nos mesures figure au Tableau I.

Tableau I

Moyennes et écarts types des températures rectales des Manchots empereurs au cours du cycle annuel (le nombre de sujets examinés figure entre parenthèses)

	Mâles	Femelles	Mâles et Femelles
Pariade :			
IV à 20.V.1956 (Prévost)	35,1 (9)	36,9 (3)	35,5 (12) ± 2,1
IV à 20.V.1963 (Guillard)	34,8 (90) ± 1,86		34,8 (90) ± 1,86
Incubation :			
20.V à 20.VII 1956	36,7 (98) ± 1,17	3[illegible],4 (22) ± 0,6	36,8 (120) ± 1,1
Début élevage :			
20.VII à 20.IX 1956	37,5 (21) ± 0,9[illegible]	37,2 (13) ± 1,33	37,4 (34) ± 1,1
Fin élevage :			
20.IX à XII.1956	37,5 (5)	37,0 (10) ± 0,93	37,2 (15) ± 0,9

D'avril à juillet, les températures rectales moyennes vont donc de 35°0 à 36°8, alors qu'elles sont supérieures à 37° entre le mois de juillet et la fin du cycle reproducteur.

La description de l'évolution chronologique des facteurs biologiques et climatiques entre les mois de mars et décembre

Source MNHN Paris

permet de mieux comprendre cette sensible différence de niveau thermique au cours du cycle annuel. On sait que du mois d'avril au mois de juillet les *Aptenodytes forsteri* de sexe mâle ne prennent aucun aliment, alors que les femelles jeûnent d'avril à mai et vont ensuite s'alimenter à la mer. A l'arrivée à la colonie, les réserves lipidiques sous-cutanées et péritonéales individuelles sont fort importantes et les conditions météorologiques locales encore peu sévères. L'intense activité diurne de la pariade fait place, la nuit et les rares jours de blizzards, à de multiples tortues dispersées sur la zone de reproduction. Dès le mois de juin, les réserves graisseuses ayant fortement diminué et le mauvais temps étant quasi permanent, les mâles couveurs sont presque toujours groupés. Mais ils ne forment plus alors qu'une ou deux grandes « tortues » à peu près impénétrables au vent. Ces dernières compensent en quelque sorte la disparition progressive des réserves lipidiques individuelles et l'on comprend alors d'autant mieux pourquoi la température rectale des oiseaux reste basse. Au mois de juillet, ces mâles seront progressivement remplacés par les femelles ayant reconstitué leurs réserves et, jusqu'au mois de septembre, chaque membre du couple assurera à tour de rôle l'alimentation et la protection du poussin à la colonie. L'absence quasi totale de graisse sous-cutanée et péritonéale n'est plus alors contrebalancée par les tortues, dont la formation est rendue difficile par la présence des poussins ; elle l'est en partie par des voyages alimentaires fréquents à la mer, mais l'adulte n'en est pas moins réduit à se défendre lui-même contre le froid et sa température rectale s'élève sensiblement. Entre les mois d'octobre et décembre, les poussins une fois émancipés, les deux parents peuvent désormais accomplir des voyages alimentaires à la mer. Ils effectuent de très brefs séjours à la colonie, où les conditions climatiques sont relativement favorables.

Ce bref aperçu des conditions dans lesquelles se déroule le cycle reproducteur de ce Sphéniscidé nous montre que *les températures rectales atteignent leur niveau le plus bas au moment où les oiseaux s'alimentent le moins*. Simultanément, les tortues sont les plus fréquentes et les plus nombreuses quand les conditions météorologiques sont les plus sévères. Les « tortues » sont donc une véritable réaction de défense communautaire de l'ensemble des oiseaux de la colonie et

Source MNHN Paris

la valeur de survie d'un tel comportement est probablement considérable.

La comparaison entre les mesures de températures rectales de différents sujets massés en « tortues », placés en groupes serré ou dispersé, ou bien totalement isolés, apporte la preuve du rôle fondamental que ces « tortues » jouent dans le maintien de l'espèce sous ces latitudes extrêmes.

2° — Variations de la température rectale en fonction du groupement

Les mesures de température rectale des Manchots empereurs mâles ont été faites du 18 juin au 14 juillet 1956 chez 20 sujets massés en « tortues », chez 52 autres groupés et enfin chez 8 isolés (Tableau II). Les températures rectales des 80 oiseaux mâles sont les plus intéressantes. Ces sujets, jeûnant alors depuis plus de deux mois, doivent en effet attendre le retour de leur partenaire avant de pouvoir partir s'alimenter à leur tour. La grande majorité des femelles étant à la mer à cette période, les 18 mesures relevées chez les oiseaux de ce sexe ne sont mentionnées qu'à titre de comparaison. Le parallélisme des résultats obtenus dans les deux sexes n'en est que plus intéressant.

Tableau II

	Mâles	Femelles
Oiseaux en « tortues »	35,7 ± 1,06 (20)	36,4 (1)
Oiseaux en groupes	36,9 ± 1,10 (52)	37,1 (9)
Oiseaux isolés	37,9 ± 0,58 (8)	37,8 (8)

Il apparaît donc à la lecture de ces chiffres que la température rectale du Manchot empereur peut varier de 2°C selon que l'oiseau est isolé ou massé en tortue, les groupes denses créant une situation intermédiaire. Or ce sont les oiseaux provenant des groupes les plus denses — les tortues — qui ont la température la plus basse et les isolés la température la plus élevée. La formation en tortue, réduisant considérablement les pertes de chaleur individuelles, permet donc à chaque *Aptenodytes forsteri* de réduire son métabolisme énergétique à un niveau qui lui permet d'économiser ses réserves graisseuses. L'isolé, au contraire, est obligé d'augmenter considérablement sa thermogénèse pour maintenir constante sa température interne ; comme il ne mange pas, il ne peut le

Source MNHN Paris

Tableau III

Température rectale, température de la patte et amaigrissement quotidien d'oiseaux expérimentalement isolés hors de la colonie

Sexe	Date	Arrivant (A) Partant (P) Sédentaire (S)	Perte de poids par 24 h	T° rectale moyenne	Nombre de mesures	T° moyenne de la patte	Nombre de mesures	Durée expérience en heures
♀	14-VI	S	298	37°4	21	—		74
♂	23-VI	S	312	38°0	36		—	94
♂	6-VII	S	370	38°3	15	+ 1°5	11	50
♀	6-VII	A	504	38°4	17	- 7°8	13	68
♂	18-VII	P	255	38°6	23	+ 1°0	20	94
♀	3-VIII	A	357	38°4	29	+ 5°8	29	336
♂	6-VIII	P	226	38°1	21	+ 0°2	21	120
♂	22-XI	A	499	38°6	28	+ 2°5	28	144
♀	30-XI	P	329	38°1	30	+ [illegible]°7	30	142
♂	7-XII	P	259	37°7	30	3°0	30	142
Moyenne des A (3)			453	38°5		1°[illegible]	4	
Moyenne P et S (7)			292,7	38°0		2°0	5	

Source MNHN Paris

faire qu'aux dépens de ses propres réserves et cela accentue son amaigrissement et risque, par voie de conséquence, de compromettre sa survie et celle de son œuf.

L'isolement expérimental de quelques sujets près de la station d'hivernage n'a fait que confirmer les données obtenues à la colonie. Chez ces oiseaux, la température rectale était en général égale ou supérieure à 38°C (Tableau III).

L'augmentation de la température rectale du Manchot empereur passant de l'état groupé à l'état isolé est certainement un phénomène assez rapide, comme le montre l'expérience du 27 juin 1956. Ce jour là, un mâle couveur prélevé dans une tortue était transporté près de la station. Sa température rectale, qui était de 34°5 à la colonie, atteignait 36°6 deux heures plus tard, et elle se maintint par la suite au-dessus de 38° pendant les 96 heures qui suivirent (1).

3° — Variations de l'amaigrissement en fonction du groupement

Pour vérifier l'hypothèse émise plus haut d'un amaigrissement plus intense chez les oiseaux isolés que chez leurs congénères groupés, nous pouvons tout d'abord comparer à des périodes correspondantes de l'année la perte de poids quotidienne d'oiseaux ayant toute liberté de se grouper dans la colonie, d'oiseaux maintenus par petits groupes de 8 à 12 dans un parc d'élevage à la colonie et enfin d'oiseaux com-

(1) Les résultats obtenus récemment (1963) par Guillard à Pointe Géologie apportent quelques précisions complémentaires. Nous insisterons tout particulièrement sur le fait qu'ils concernent les mois d'avril et mai, période où les réserves lipidiques individuelles sont beaucoup plus importantes qu'au moment où nous avons opéré. Or les températures rectales mesurées par Guillard sont encore plus basses que les nôtres, elles se situent autour de 35°, et les écarts entre oiseaux isolés, groupés et en tortues sont moins accusés. Il est donc légitime de penser qu'au début du jeûne physiologique des mâles, le rôle joué par la couche de graisse sous-cutanée encore intacte ou presque est plus marqué qu'au mois de juin. Les conditions climatiques étant également moins sévères, la défense individuelle contre le froid est meilleure et c'est peut être ce qui explique que l'écart de température entre les sujets isolés, groupés ou en tortue soit plus faible.

Températures relevées pendant les mois d'avril et mai 1963 (Guillard) :

Oiseaux en « tortues »	34°6 ± 1,86 (16)
Oiseaux en groupes	34°7 ± 2,0 (52)
Oiseaux isolés	35°2 ± 1,35 (22)

Source MNHN Paris

TABLEAU IV

Amaigrissement (en gr par 24 heures) d'*Aptenodytes forsteri* en fonction de leur densité de groupement

(Le nombre de sujets figure entre parenthèses. L'amaigrissement a été calculé selon les cas sur un laps de temps allant de 50 heures à 74 jours)

		Oiseaux de la colonie	Oiseaux en parc	Oiseaux isolés hors de la colonie
Avril à mai	♂	116,2 (5)	169,7 (4)	—
	♀ avant ponte	138,5 (5)	174,6 (1)	—
	♀ après ponte		245,8 (5)	—
Avril à juillet	♂	123,2 (7)	158,5 (3)	341 (2)
	♀	—	—	298 (1)
Août	♂	—	172,8 (3)	226 (1)
	♀	228,6 (1)	302,8 (2)	357 (1)

plètement isolés hors de la zone de reproduction. Le Tableau IV résume les résultats de cette étude.

Malgré le petit nombre d'oiseaux suivis dans des conditions satisfaisantes, il ne fait pas de doute que la perte de poids quotidienne est d'autant plus faible que le Manchot vit en groupes plus nombreux. Les chiffres mentionnes au Tableau IV nous montrent que les oiseaux maintenus en parc maigrissent plus que ceux de la colonie, alors que cet amaigrissement est beaucoup plus important chez les oiseaux totalement isolés. De plus, l'on constate une sensible augmenration des chiffres du mois d'août, ce qui paraît correspondre à une température rectale moyenne plus élevée comme nous l'avons vu précédemment.

Une expérience sur deux sujets marqués nous fournit une preuve supplémentaire à cet égard Ces deux oiseaux furent d'abord placés en parc (donc dans un groupe à possibilité de thermo-regulation sociale reduite, puis libérés dans la colonie et enfin remis en parc du 13 au 17 août. *L'amaigrissement moyen fut de 130,5 g au cours de 125 jours de jeûne physiologique observé* (1), *mais il atteignait près de 180 g en parc contre 110 g à la colonie* (Tableau V).

(1) En réalité ces oiseaux furent observés pendant 139 jours, mais nous avons volontairement écarté les 14 derniers jours qui ne correspondaient plus à un jeûne physiologique naturel.

Source MNHN Paris

Tableau V

Amaigrissement (en g par 24 heures) de 2 *Aptenodytes forsteri* marqués, maintenus alternativement en parc et à la colonie

Maintenus isolés en parc du 16 IV au 21-V	177,3
Vivant en colonie du 21-V au 3-VIII	105,0
Maintenus isolés en parc du 3 au 17-VIII	162,1
Moyenne pour 125 jours de contrôle	130,5

Ainsi on peut être certain que le groupement en tortue des Manchots empereurs au cours de l'hiver constitue un véritable mécanisme de thermo-régulation sociale. Il est probable que, sans lui, l'espèce aurait bien du mal à se maintenir dans l'extrême sévérité du climat antarctique.

Outre ces mesures, une série d'expériences complémentaires avaient pour but de déterminer le niveau de la température centrale des oiseaux venant de la mer — les arrivants — et celui de l'épiderme des pattes des sédentaires et des arrivants.

1°) *La différence de température rectale entre les arrivants et les « installés »* (2).

Lors des premières mesures, nous avons constaté que le niveau de la température rectale était généralement plus élevé chez les oiseaux venant de la mer qu'il ne l'était chez les sédentaires de la colonie. C'est ainsi qu'au mois de juin la température rectale de 3 arrivants de sexe mâle était de 38°0 alors que celle des installés était de 36°5 au même moment à la colonie. Elle atteignait 37°9 chez 12 femelles arrivantes des mois de juin et juillet contre 37°4 pour leurs congénères de la colonie à la même période.

Les expériences poursuivies sur les sujets isolés de la zone de reproduction ont donné des résultats analogues ; 3 d'entre eux étaient primitivement des arrivants et leur température

(2) Nous entendons par sédentaire ou installé, un oiseau séjournant à la colonie depuis 48 heures au moins.

Source MNHN Paris

rectale moyenne se maintint à 38°5, 7 autres étaient des sujets venant de la colonie et leur température rectale moyenne n'était plus que de 38°0. Par ailleurs, l'amaigrissement était supérieur à 450 g jour chez les premiers contre 290 g environ chez les seconds.

2°) *La température des pattes.*

La température de la patte a été relevée en plaçant l'ampoule d'un thermomètre à mercure entre les doigts médian et le doigt externe, de manière à ce qu'elle soit totalement enrobée par l'épiderme. Quoique relatives, ces mesures ont du moins l'avantage de donner une idée de l'amplitude des variations thermiques des « radiateurs » de l'oiseau.

Vingt et une mesures portant sur des Manchots de la colonie ont donné une moyenne de 4°2 (avec des extrêmes de 1°3 et 15°5). Trois d'entre eux étaient des arrivants dont la température moyenne de la patte était de 9°8, les 18 autres des installés chez lesquels elle n'était plus que de 3°3.

L'aspect des extrémités inférieures des oiseaux fournit par ailleurs des renseignements particulièrement intéressants. Pendant l'hiver la patte de l'installé est en général terne, son épiderme est dur et les articulations semblent rigides ; celle de l'arrivant est au contraire souple, chaude au toucher et son épiderme gris-noir a un aspect « caoutchouteux » caractéristique.

Les mesures effectuées sur les oiseaux expérimentalement isolés de la zone de reproduction ne font que confirmer les résultats obtenus à la colonie. La température moyenne de la patte de 8 sujets était de 5°4 : 3 d'entre eux étaient des arrivants et la température de la patte atteignait 10°7 (chiffres extrêmes enregistrés pour 70 mesures : 1°0 et +32°4), les 5 autres des installés et la température de la patte n'était plus que de 2°2 (extrêmes pour 112 mesures : inf. à - 1°0 et +21°0). Or nous venons de voir que la température rectale des premiers atteignait 38°5 contre 38°0 aux seconds. Cette différence, d'un demi-degré au niveau du corps, atteint 8°5 au niveau des pattes et l'on comprend alors d'autant mieux pourquoi l'amaigrissement quotidien des arrivants dépasse 450 g contre 290 g seulement à la catégorie des sédentaires. Les conditions climatiques auxquelles étaient soumis ces oiseaux étaient certes différentes, mais cela n'est pas suffisant pour justifier un tel écart dans l'amaigrissement quoti-

Source MNHN Paris

dien. Celui-ci persiste d'ailleurs chez deux oiseaux du 6 juillet 1956, un arrivant et un sédentaire, isolés simultanément pendant un laps de temps déterminé ([illegible] heures) et dans des conditions climatiques identiques (température ambiante moyenne : 22°5 environ et vent moyen de 1 m/s). Leur température rectale était identique : 38°5 (13 mesures), par contre, la patte de l'arrivant se maintint à 5°7 (10 mesures) contre 1°5 (10) pour le second et l'amaigrissement atteignait 370 g seulement chez le mâle sédentaire alors qu'il était supérieur à 500 g chez la femelle arrivante.

On peut donc être certain que la diffusion de la chaleur interne est très importante chez les arrivants au niveau des « radiateurs » que sont les pattes. L'isolement, en augmentant d'emblée les pertes de chaleur, paraît empêcher de tels oiseaux de mettre en action un processus économique qui semble être celui de leurs congénères sédentaires. Placés directement à la colonie, ils paraissent, par contre, capables de l'acquérir après un laps de temps de 48 heures environ.

II. — Manchot Adélie *Pygoscelis adeliae*

Une série de mesures effectuées au cours de l'été austral 1960-61 avait pour but l'étude de la température rectale du Manchot Adélie et la mise au point d'un appareil de mesure de température basé sur le principe des thermocouples, en vue de travaux ultérieurs sur quelques Vertébrés homéothermes de la Terre Adélie.

1° Température rectale des adultes et des poussins

Technique des mesures.

Comme pour le Manchot empereur, nous avons utilisé un thermomètre à mercure de type médical, gradué de 35 à 42°, dont l'ampoule était introduite profondément dans le rectum.

Les oiseaux étaient toujours capturés avec le plus grand soin, afin d'éviter toute agitation avant les mesures. Cette technique répond donc aux normes de la méthode I décrite par Farner (1961).

Ces mesures s'adressaient à des sujets des deux sexes, reproducteurs ou inemployés, séjournant à la colonie ou sor-

Source MNHN Paris

tant de l'eau après un voyage alimentaire ou une simple baignade et sur des poussins au stade des « crèches ».

Résultats.

L'ensemble des résultats figure au Tableau VI :

Tableau VI

Températures rectales relevées avant les mesures de topographie thermique

		Extrêmes	Moyenne	Nombre d'oiseaux	Ecart type
Adultes	à la colonie	36°3-40°3	38°5	115	± 0,73
	à la sortie de l'eau	37°0-40°1	38°9	44	± 0,75
Poussins	en crèches	38°8-40°2	39°4	33	± 0,35

On remarque immédiatement que la température rectale des oiseaux de la colonie est plus faible que celle des oiseaux sortant de l'eau. Dans ces deux catégories d'oiseaux, les températures maximales, qui correspondent vraisemblablement à des hyperthermies consécutives à la capture, sont à quelque chose près équivalentes, alors que l'écart est plus sensible dans les minima. Il ne fait certes pas de doute qu'en raison de l'activité musculaire intense entretenue par la nage, la température centrale ne peut pas descendre à des niveaux comparables à ceux qu'elle atteint chez les oiseaux de la colonie, dont certains n'effectuent aucun mouvement. C'est notamment le cas au cours du sommeil Le 18 janvier 1961, un oiseau dormant profondément dans un endroit abrité de la colonie avait une température rectale de 36°3 ; celle d'un autre adulte placé dans des conditions identiques atteignait 36°4.

Comparativement aux adultes, la température rectale des poussins est élevée, ce qui n'a rien d'étonnant quand on sait que leur tube digestif fonctionne en permanence, qu'ils ont une activité musculaire réduite et qu'ils sont souvent exposés aux rayonnements solaires.

L'existence d'hyperthermies chez certains sujets nous a conduits à analyser de façon plus précise les variations de la

Source MNHN Paris

température rectale consécutives à la capture de l'oiseau. Le 21 janvier 1961, un adulte inemployé de sexe femelle était pris comme sujet d'expérience. Sa température initiale (37°7) avait augmenté de 1°6 18 minutes plus tard, malgré des mouvements musculaires limités aux seuls ailerons. Par contre, la température rectale d'un autre sujet était supérieure de 2/10e de degré seulement à celle enregistrée après sa capture 24 minutes auparavant (38°7 à 38°9) (Fig. 7 a et b).

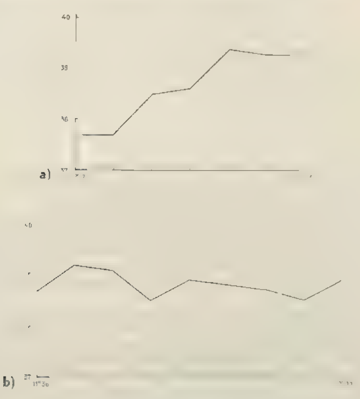


Fig. 7. — Evolution de la température rectale dans les minutes qui suivent la capture de l'oiseau. a) Manchot Adélie femelle (21-1-1961) ; b) Manchot Adélie de sexe indéterminé (21-1-1961).

On peut donc conclure que, selon les efforts déployés par l'oiseau captif pour se libérer, l'augmentation de la température centrale est plus ou moins accentuée. Elle est en moyenne de l'ordre de quelques dixièmes de degré centigrade, comme

Source MNHN Paris

nous le montre la comparaison des températures rectales relevées avant (Tableau VI, et après (Tableau VII les mesures de topographie thermique.

TABLEAU VII

Températures rectales
relevées après les mesures de topographie thermique

		Extrêmes	Moyenne	Nombre d'oiseaux	Ecart-type
Adultes	à la colonie	37°5-40°1	39°2	35	± 0,56
	à la sortie de l'eau	38°0-40°5	39°2	28	± 0,67
Poussins	en crèches	39°1-40°6	39°8	9	± 0,39

2° TOPOGRAPHIE THERMIQUE DU MANCHOT ADÉLIE

L'ensemble de ces recherches préliminaires a porté sur l'étude de la température en quelques points déterminés du corps et des membres inférieurs et supérieurs (1).

a) *Température de la patte.*

Les schémas suivants montrent la répartition des températures sous cutanées entre l'extrémité des doigts et la région tibiale, chez 11 oiseaux de la colonie (Fig 8 a) et 17 sortants de l'eau (Fig. 8 b).

La température sous cutanée des doigts de la patte est inférieure à 5 et elle s'élève régulièrement jusqu'au tibia où elle est alors voisine de la température rectale.

La température sous-cutanée de l'épiderme plantaire du doigt médian (point B1, est égale à 9°7, soit en moyenne 19,7 % de la température rectale moyenne des sujets sédentaires de la colonie.

Pour ceux venant du milieu marin, la température moyenne de B1 n'est plus que de 3°5 soit 9,4 % de la température rectale moyenne de cette catégorie d'oiseaux.

(1) Ces températures ont été mesurées avec un thermocouple placé dans une aiguille hypodermique de 1 mm de diamètre, reliée à un potentiomètre portatif autonome.

Source MNHN Paris

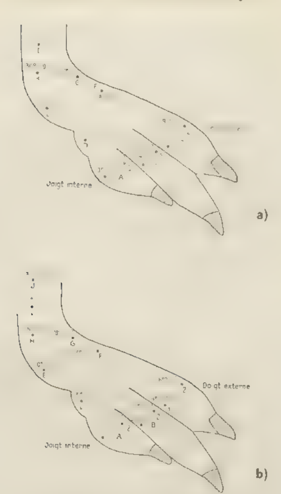


Fig. 8. — Topographie thermique de la patte de Manchot Adélie. a) Séjournant à la colonie (11 oiseaux) ; b) Sortant de l'eau (17 oiseaux).

b) *Température de l'aileron.*

La température de différents points déterminés de l'aileron a été mesurée systématiquement chez 16 oiseaux venant de la mer (Fig. 9 a) et 17 sujets de la colonie (Fig. 9 b). La température sous-cutanée de l'extrémité de la face supérieure de l'aileron au point A1 (5,6) est égale à 14,1 % de celle du corps pour les sujets de la colonie. Chez les oiseaux sortants de

Source MNHN Paris

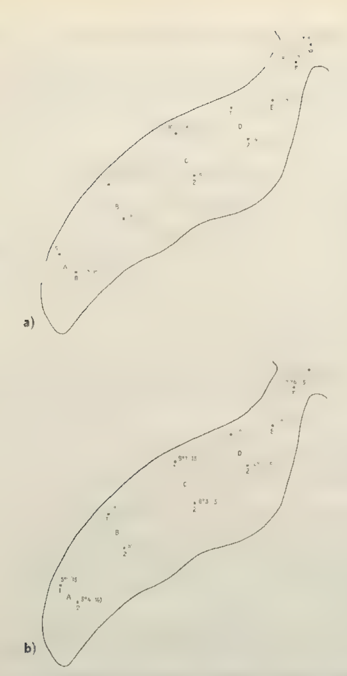


Fig. 9 — Topographie thermique de l'aileron de Manchot Adélie.
a) Séjournant à la colonie (17 oiseaux) ; b) Sortant de l'eau (16 oiseaux).

Source : MNHN, Paris

l'eau, elle n'est plus que de 5°1 (16) soit 13,6 % de la température rectale moyenne de cette catégorie d'oiseaux.

c) *Températures relevées en différents points du corps.*

Nous avons choisi, parmi nos mesures, celles de quatre oiseaux placés dans des conditions écologiques différentes :

46 était un adulte de sexe mâle capturé à la sortie de l'eau le 12 janvier à 17 heures alors qu'il venait de s'alimenter. La température à 20 cm du sol était de +2°C, celle de la station météorologique de 0°C avec un vent de 5 m/sec ;

92, un adulte inemployé couché à l'abri d'un rocher à proximité de la colonie le 21 janvier à 13 heures. La température à 20 cm du sol était de +1°, celle de la station météorologique de —1°8 avec un vent de 22 m/sec ;

TABLEAU VIII

Température de quelques points déterminés du corps et des membres de 4 Manchots Adélie (*)

		102	103	92	46
Patte	B1	4,0°	0,0°	24,3°	4,1°
»	D	6,2	0,8	26,3	3,7
»	E	10,5	5,7	28,8	5,5
»	I	32,5	35,7	37,7	32,0
Aileron	A1	18,3	1,8	21,6	6,0
»	B1	16,6	0,8	24,8	7,5
»	D1	19,3	1,2	26,5	8,8
»	F	25,8	23,0	32,7	19,4
Sous-cutanée dorsale		38,6	37,3	38,0	37,1
» tête		38,1	37,3	37,2	33,1
Muscle pectoral		38,8	39,5	38,7	39,1
Région thyroïdienne		37,9	39,2	37,5	37,4
Région pré-cordiale		39,5	39,7	38,7	39,4
Région stomacale		33,5	—	38,7	34,7
Région hépatique		38,8	39,5	38,7	37,9
Température rectale au début de l'expérience		38,5	—	37,8	—
Température rectale en fin d'expérience		39,2	39,0	38,7	38,8

(*) Les points de mesure de la patte et de l'aileron correspondent à ceux des graphiques des figures 8 et 9.

Source MNHN Paris

102, un adulte capturé à son entrée dans la colonie le 27 janvier à 18 h 30 au retour d'un voyage alimentaire. Le thermomètre placé à 20 cm du sol indiquait 0°, celui de la station météorologique 1°8 avec un vent de 11 m/sec ;

103 enfin, un adulte inemployé de sexe indéterminé, était debout sur son nid lors de la capture le 27 janvier à 22 heures. La température à 20 cm du sol était de 0°C, alors que la station météorologique indiquait 2°2 et un vent de 11 m/sec.

Les résultats de ces mesures sont rapportés au Tableau VIII.

Nous savons que ces oiseaux sont soit des inemployés soit des parents ayant la charge de nourrir un ou deux poussins, ce qui suppose d'emblée une activité profondément différente chez ces deux catégories d'oiseaux. Il faut également remarquer que si les températures ambiantes enregistrées au cours de ces expériences ne diffèrent que de quelques degrés centigrades, la vitesse du vent varie au contraire de 0 à 22 m/sec et le pouvoir de refroidissement est, par voie de conséquence, plus ou moins intense. De plus, nous avons mentionné plus haut l'heure des mesures pour bien souligner que certaines d'entre elles ont été effectuées pendant la période d'éclairement alors que d'autres, comme celle du n° 103, l'ont été pendant la nuit. Il va de soi que chez ces derniers, comme chez les oiseaux séjournant dans l'eau, le rayonnement solaire n'exerce aucune action alors qu'il atténue le pouvoir de refroidissement de l'ambiance chez les sujets de la colonie qui y sont directement exposés. C'était effectivement le cas de l'inemployé 92, lequel était de surcroît abrité par un rocher et l'on comprend alors d'autant mieux que le micro-milieu dans lequel il se trouvait était beaucoup plus clément que celui dans lequel le n° 103 était plongé. Aussi n'est-il pas étonnant de constater que la température des extrémités du n° 92 dépasse 20°C. Apparemment, cet oiseau n'économisait pas sa chaleur interne, mais la laissait au contraire diffuser largement au niveau de ses radiateurs au moment de la mesure. Le n° 103 se comportait de façon tout à fait différente ; se tenant debout, ses pattes et ses ailerons étaient soumis à un refroidissement voisin de celui de l'eau de mer et le niveau de leur température est peu élevé. Bien que relevées à la sortie de l'eau, les températures des pattes et des ailerons du n° 16 sont plus froides à l'extrémité que chez le pré-

Source MNHN Paris

cedent, et au contraire plus chaudes à la racine du membre ; ceci paraît s'expliquer par le fait que son activité musculaire était très intense alors qu'elle était quasi nulle chez le sédentaire n° 103 de la colonie. Enfin, le n° 102 peut être considéré comme intermédiaire entre ces deux derniers cas. En effet, cet oiseau était sorti de l'eau quelques 20 ou 30 minutes avant sa capture et il avait dû franchir une distance de 300 mètres et une dénivellation de 50 mètres pour parvenir à la colonie. Son estomac étant rempli d'euphausies, on comprend d'autant mieux qu'il ait pu être sujet à une sensible élévation de température, dont on remarquera qu'elle est surtout nette au niveau de l'aileron.

Notons, pour terminer, que chez les sujets arrivant de la mer, les n° 102 et 16, la température du contenu stomacal, 33°5 et 34°7 respectivement, est beaucoup plus basse que celle des régions anatomiques avoisinantes, ce qui n'est pas le cas pour la poche stomacale vide de l'inemployé 101 chez lequel elle atteignait 38°6.

Ces quelques études préliminaires sur la topographie thermique, effectuées, rappelons-le, au cours du plein été, montrent que la température des extrémités est généralement plus faible chez les sujets venant du milieu marin que chez les sédentaires de la colonie. On peut donc supposer que, dans l'ambiance plus froide des mois d'octobre et novembre, les Manchots Adélie, et plus particulièrement les mâles durant le jeûne physiologique, diminuent plus encore leurs pertes de chaleur au niveau des membres inférieurs et supérieurs ; à cette époque, la température de ces extrémités est probablement aussi basse que celle des oiseaux sortant de l'eau au cours du plein été. Ils se comportent alors, compte tenu de la différence de sévérité du climat, comme les Manchots empereurs pendant la période du cycle annuel correspondante.

CONCLUSIONS

Malgré leur caractère fragmentaire et incomplet, les observations et mesures détaillées dans le deuxième chapitre viennent confirmer, amplifier, préciser nos connaissances sur la thermo régulation des Manchots de l'Antarctique telles que nous les avons résumées à la fin du chapitre I et apportent quelques éléments nouveaux.

Source MNHN Paris

I° — Un certain nombre de faits peuvent être considérés comme acquis

A) *Sur le plan des phénomènes locaux et régionaux.*

Les températures très basses des « radiateurs » glabres des Manchots de l'Antarctique dans les ambiances thermiques très sévères sont un des moyens essentiels de diminution de la thermolyse. Des températures sous-cutanées de 0° ont été enregistrées au thermocouple, en été, dans les pattes des Manchots Adélie sortant de l'eau. Chez le Manchot empereur, les seules mesures possibles avec des thermomètres à mercure montrent également des températures cutanées voisines de 0° et l'observation des pattes des oiseaux installés dans la colonie est même en faveur d'un certain degré de congélation des couches superficielles. Dans les deux cas, les mouvements de la patte sont très réduits, voire même inexistants. Au contraire, chez le Manchot Adélie séjournant à la colonie en été et chez le Manchot empereur arrivant, le niveau thermique de la patte est plus élevé, mais l'activité physique de l'oiseau est alors intense. Il n'en va pas tout à fait de même pour le membre supérieur ; ce dernier assurant la propulsion de l'oiseau au cours de la nage, sa température est relativement élevée quoique toujours inférieure à celle des oiseaux de la colonie, tout au moins pendant la période estivale. Nous ne disposons d'aucune mesure durant le plein hiver, mais le fait que la glace se dépose parfois sur les ailerons des Manchots après les blizzards tend à montrer qu'elle est alors proche de 0°.

Certains tissus d'homéothermes peuvent donc vivre et fonctionner normalement à des températures de 0° et au-dessous pendant des durées considérables et échapper complètement à la gelure. IRVING *et al.* ont montré que ces tissus avaient des caractéristiques spéciales, température de fusion de la graisse plus basse, conduction de l'influx nerveux à basse température, persistance d'une circulation très faible mais certaine, contrairement à ce qui se passe chez les autres homéothermes et en particulier chez l'homme.

Les mécanismes permettant les très importants changements de température des « radiateurs » ne peuvent être que circulatoires. La diminution du débit sanguin, prouvée par l'absence d'hémorragie à la piqûre, permet le refroidissement

Source MNHN, Paris

local. Une circulation active dans les pattes « chaudes », affirmée par l'hémorragie à la piqûre, permet de dissiper la chaleur de l'organisme dans le milieu extérieur quand cela est nécessaire (1). Il s'agit « d'échangeurs vasculaires de chaleur », selon l'expression d'IRVING et KROG (1955), qui seraient localisés aux parties glabres chez les oiseaux ayant par ailleurs un plumage « adiabatique », et qui existeraient au niveau de toute la surface cutanée chez les mammifères à peau nue.

B) *Sur le plan général de l'organisme.*

La variabilité importante de la température centrale des homéothermes adaptés aux climats polaires, déjà mise en évidence dans l'Arctique, est bien affirmée chez les Manchots antarctiques dont la température rectale peut varier de plus de 4°C.

L'importance de la thermo-régulation sociale chez le Manchot empereur, mise en valeur par les mesures de la vitesse de l'amaigrissement pendant le jeûne, apparaît comme un des éléments ayant permis la survie pendant la période de reproduction hivernale.

L'existence de différents « régimes métaboliques », correspondant à des conditions différentes, est prouvée chez le Manchot empereur. Les mesures de températures rectales (Tableau I), de température de la patte, de perte de poids par 24 heures (Tableau II) montrent indiscutablement que, dans certaines conditions (période du cycle annuel, séjour en colonie avec groupement en tortue), *le Manchot empereur adopte un régime métabolique économique* caractérisé par une température rectale basse, une température moyenne de la patte basse, une faible perte de poids en 24 heures. Dans d'autres conditions (autre période du cycle, oiseau isolé, oiseau arrivant à la colonie), le régime métabolique est beaucoup plus élevé, avec température rectale plus haute de plusieurs degrés, température moyenne des pattes souvent doublée, amaigrissement en 24 heures doublé également. Chez le Manchot Adélie, les mesures, effectuées seulement pendant l'été, font prévoir des variations semblables de « régime métabo-

(1) Les variations très sensibles du nombre d'hématies constatées après prélèvements sanguins au niveau de l'aileron restent inexpliquées. Il se peut qu'elles soient également influencées par de brusques variations du débit circulatoire à ce niveau.

Source MNHN Paris

lique ». Les oiseaux sortant de l'eau ont une température rectale moyenne supérieure de 4/10° de degré à celle des sédentaires de la colonie à la même période. La température des doigts de la patte est inférieure de plus de 5° à celle des sédentaires, alors que celle de l'aileron est à quelque chose près analogue.

II° De très nombreux problèmes sont simplement posés

A) *Sur le plan local et régional.*

Si l'existence et le jeu des « radiateurs à effet variable » sont certains, si leur rôle de rétention ou d'élimination de la chaleur est une nécessité absolue pour l'adaptation de l'espèce aux ambiances polaires, si la part des phénomènes circulatoires est évidemment essentielle, les mécanismes du fonctionnement de ces échangeurs de chaleur *ne sont pas réellement élucidés.* Scholander (1957) évoque le « *rete mirabilis* », le principe des échanges physiques entre deux courants parallèles et de sens inverse, si largement utilisé dans l'industrie. Il paraît normal d'admettre que le courant artériel centripète cède sa chaleur au courant veineux centrifuge, conservant ainsi la chaleur à l'intérieur de l'organisme. C'est ce que Claude Bernard avait déjà pensé. C'est ce que Bazett *et al.* (1948) a conclu de l'étude des gradients thermiques dans les artères et les veines des membres humains refroidis. Sans doute est-il logique de prévoir des communications artério-veineuses, des courts-circuits analogues aux canaux de Sucquet chez l'homme, se fermant ou s'ouvrant suivant les besoins. Mais il faut admettre, à l'échelon de l'organisme, un système régulateur permettant soit la récupération presque totale de la chaleur apportée aux radiateurs par le sang artériel, soit au contraire sa diffusion à la surface.

De même, si nous avons la preuve que les tissus des radiateurs peuvent adopter des régimes métaboliques locaux extrêmement différents, allant d'une vie homéotherme normale à une température de plus de 20°, à un arrêt presque complet et très prolongé des phénomènes vitaux à 0°, avec absence complète de lésions et *restitutio ad integrum*, nous ne *connaissons pas les conditions physico-chimiques de ces différents régimes* : état de l'eau organique, des échanges, de la circulation, l'utilisation de l'oxygène, etc... *Nous ne savons pas com-*

Source MNHN Paris

ment se fait la régulation de ces différents régimes dans laquelle la diminution du débit sanguin est le seul facteur certain. *Nous ne connaissons pas les facteurs intrinsèques et extrinsèques qui déterminent ces régimes.*

B) *Sur le plan général de l'organisme.*

L'existence démontrée des divers « régimes métaboliques » généraux pose, en première analyse, *le double problème du mécanisme de régulation de ces régimes* d'une part, *des facteurs et conditions déterminant ces régimes* d'autre part.

Pour répondre au premier problème, il est logique d'envisager un système hormonal semblable à celui que nous connaissons partiellement chez l'homme, mais nous n'avons ni informations ni mesures.

Parmi les facteurs déterminant un régime donné, il faut, d'emblée, donner une place à l'*ambiance thermique d'exposition*. On s'attendrait à ce que, plus les conditions sont sévères (oiseau isolé en hiver, oiseau dans l'eau froide), plus les mécanismes limitant la thermolyse sont actifs et plus basses sont les températures centrales et périphériques. Ce n'est pas toujours le cas puisque, au contraire, les Manchots empereurs isolés ont des températures centrales et périphériques plus élevées, un amaigrissement plus rapide, donc un régime métabolique plus haut que celui des Manchots en « tortues », donc dans des ambiances thermiques beaucoup moins sévères. Faut-il envisager une action du comportement social, de l'état psychologique de l'oiseau sur sa thermo-régulation ? Il est cependant très vraisemblable de penser que les oiseaux sommeillent dans les « tortues » et qu'ils se trouvent alors momentanément dans un état voisin de l'hibernation. Le fait que la température est également basse chez les Manchots Adélie au cours du sommeil tendrait à donner un certain poids à cette hypothèse. Par ailleurs, chez ce dernier, des températures rectales basses sont mesurées dans les ambiances thermiques « chaudes » de l'été. Le « régime » n'est donc pas essentiellement réglé par le pouvoir de refroidissement de l'ambiance extérieure.

L'activité musculaire générale peut expliquer les « régimes » généraux élevés des Manchots Adélie sortant de l'eau, des Manchots empereurs arrivant à la colonie après un long trajet, mais, par contre, les Manchots empereurs isolés et les Manchots Adélie à la colonie en été, possédant des

Source MNHN Paris

« régimes » élevés, ne montrent pas de signe d'activité particulière.

La période du cycle annuel commandant un certain état endocrinien paraît devoir être invoquée. En contraste avec l'amaigrissement très lent et le « régime économique » des Manchots empereurs pendant le jeûne automno-hivernal, citons cette observation de 1950 à Port-Martin : un Manchot empereur capturé est exposé dans une cage grillagée à une ambiance sévère ; il est trouvé mort après six jours et demi, ayant perdu 4 kg sur un poids initial de 22 kg 500, avec un amaigrissement de 615 g par 24 heures (1). Dans le cadre du cycle annuel, la présence de *réserves de graisse* paraît être un des facteurs permettant l'abaissement de la température centrale et du métabolisme : la température est basse chez les Manchots empereurs de poids élevé dans les ambiances de l'automne et du début de l'hiver, elle est basse également chez les Manchots Adélie qui ont retrouvé leur poids maximum avant la mue dans les ambiances estivales.

Ainsi nous apparaît actuellement le problème de la thermo-régulation des Manchots antarctiques, homéothermes aériens vivant dans les régions les plus froides du globe : quelques faits acquis, des contradictions apparentes, une foule d'inconnues, des hypothèses que devront vérifier les travaux ultérieurs. Il est probable qu'il n'y a pas de différences fondamentales entre les mécanismes et les systèmes de régulation existants chez les Manchots et ceux que nous connaissons chez les homéothermes des régions tempérées et en particulier chez l'homme « animal tropical ».

Au cours du refroidissement général, l'homme sain, intact, peut laisser sa température centrale baisser de quelques degrés. Ses « radiateurs », les mains par exemple, voient la circulation diminuer puis s'arrêter complètement dans l'exposition au froid, non sans de multiples tentatives de réchauffement de la surface par les « hunting reactions » de LEWIS (1930). Mais il s'agit là d'états anormaux qui, s'ils se prolongent dans le temps, aboutissent rapidement à des lésions irréversibles, la cryoplexie ou la gelure. Au contraire, chez les homéothermes adaptés aux régions polaires, il semble

(1) Nous savons qu'au poids de 22 kg, les réserves de graisse sous-cutanées et péritonéales sont à peu près nulles, mais cette expérience nous apprend surtout que dans l'extrême sévérité du climat de Port-Martin, *la perte de poids quotidienne de l'oiseau isolé est deux fois plus élevée* qu'à Pointe Géologie.

Source MNHN Paris

bien que ces états d'hypothermie générale ou locale soient devenus complètement physiologiques et qu'ils peuvent se prolonger pratiquement indéfiniment. C'est là que réside sans doute leur plus important moyen de défense contre le froid et le secret de leur survie dans les conditions du climat antarctique.

SUMMARY

This work is a contribution to the study of thermo-regulation in Emperor and Adelie penguins based upon central and local temperature figures of birds at the French bases of Adélie Land, Antarctica.

The first chapter describes the climate of the Antarctic coasts, as it is known from the results of the International Geophysical Year. Emphasis is placed on the real climatic conditions in which the penguins live. The very important notion of « power of cooling » is necessary to understand the exchanges of heat. Measures in the Antarctic are given. The micro-climate in the air, in sea water and on the ice, shows the necessity for antarctic Penguins to have special and very efficient mechanisms to reduce the loss of heat. One of these mechanisms is the work of featherless « radiators », another, the social behaviour and « huddles » formation.

The second chapter gives the conditions, technics and the results of the measures : central temperature of Emperor and Adelie penguins in different circumstances and different periods of the annual cycle, local temperature in the feet and flippers, loss of weight and temperature of fasting birds, either in « huddles » in the colony or isolated in a pen, temperature of birds coming out of the sea compared to the temperature of birds in the colony, etc.

The concluding chapter enumerates the facts which are now established :

The temperature of featherless « radiators » of antarctic Penguins can come down to 0° C., and tissues of homeotherms are able to live and function normally at such a temperature ;

The mechanism of temperature variations of these « exchangers of heat » is primarily a circulatory one ;

Central temperatures of polar homeotherms appear quite variable ;

Source MNHN, Paris

« Social thermo-regulation » is very important in Emperor penguins as proved by the quick loss of weight in isolated birds ;

Different levels of metabolism with different central and local temperatures are possible according to period of cycle and conditions.

Hypothesis and problems to be solved by further work are discussed.

BIBLIOGRAPHIE

Alt, J., 1960. — Quelques considérations générales sur la météorologie de l'Antarctique. *La Météorologie*, 57 : 17-42.

Bazett, H. C., Love, T., Newton, M., Eisenberg, L., Day, R. and Forster, R., 1948. — Temperature changes in blood flowing in arteries and veins in man. *J. Appl. Physiol.*, 1 : 3-19.

Cendron, J., 1952. — Une visite hivernale à une roockerie de Manchots empereurs. *La Terre et la Vie*, 2 : 101-108.

Chatfield, P. O., Lyman, C. P., Irving, L., 1953. — Physiological adaptations to cold of peripheral nerves in the leg of Herring gull (*Larus argentatus*). *The Amer. J. of Physiol.*, 172 : 639-644.

Deacon, G. E. R., 1959. — The Antarctic ocean. *Science Progress*, 47 : 647-660.

Irving, L., 1956. — Physiological insulation of swine as bare-skinned mammals. *J. Appl. Physiol.*, 9 : 414-420.

Irving, L., and Krog, J., 1954. — Body temperatures of arctic and subarctic birds and mammals. *J. Appl. Physiol.*, 6 : 667-680.

Irving, L., and Krog, J., 1955. — Skin temperature in the arctic as a regulator of heat. *J. Appl. Physiol.*, 7 : 354-363.

Lewis, T., 1930. — Observations upon the reactions of vessels of human skin to cold. *Heart*, 15 : 177-208.

Prévost, J., 1953. — Formation des couples, ponte et incubation chez le Manchot empereur. *Alauda*, 21 : 141-156.

Prévost, J., 1961. — Ecologie du Manchot empereur *Aptenodytes forsteri*. Paris, Hermann, 204 pages.

Prévost, J., et Bourlière, F., 1957. — Vie sociale et thermo-régulation chez le Manchot empereur *Aptenodytes forsteri*. *Alauda*, 25 : 167-173.

Sapin-Jaloustre, J., 1955. — Contribution à l'étude de l'acclimatation de l'homme et des vertébrés supérieurs dans l'Antarctique et plus spécialement en Terre Adélie. *Biologie médicale*, 44 : 15-72 ; 135-208.

Sapin-Jaloustre, J., 1960. — Ecologie du Manchot Adélie. Hermann, Paris, 208 pages.

Scholander, P. F., 1957. — The wonderful net. *Scientific American*, 196 : 97-107.

Stonehouse, B., 1953. — The emperor penguin *Aptenodytes forsteri* Gray. 1. Breeding behaviour and development. *F.I.D.S., Sci. Rep.*, 6 : 33 p.

Source MNHN Paris

REMARQUES ECOLOGIQUES
SUR QUELQUES PROCELLARIENS ANTARCTIQUES

par Jean PRÉVOST

La plupart des espèces de Procellariens nidifiant sur les îles de l'Archipel de Pointe Geologie, Terre Adelie (66°40 S, 140°01 E), ont été l'objet, au cours des années 1952 et 1956, d'observations écologiques dont les résultats ont été publiés dans diverses revues specialisées (PRÉVOST, 1953 a, 1953 b, 1958).

Il nous a cependant paru utile de les completer et de comparer plus particulièrement l'étude du cycle annuel, de la croissance et de la thermo régulation de trois d'entre elles, le Petrel des neiges *Pagodroma nivea*, le Damier du Cap *Daption capensis* et le Fulmar antarctique *Fulmarus glacialoides* dont on sait que les tailles et les poids sont assez voisins. Ceci nous permettra de mieux souligner les caractéristiques écologiques qui peuvent les rapprocher ou les séparer.

VISITES HIVERNALES A LA CÔTE

Des trois especes precitées, seul le Pétrel des neiges effectue des séjours à la côte au cours du plein hiver. Les Damiers du Cap et les Fulmars antarctiques n'y reviennent que dans le mois qui suit la fin du cycle reproducteur.

En 1952, le dernier Damier du Cap fut observé le 3 avril (température 8°3 C, vent 8,7 m/sec) ; aucun autre ne fut aperçu jusqu'au 11 septembre suivant. En 1956, la dernière visite eut lieu le 7 avril (17°8, 6 m/sec) et nous n'en revîmes aucun jusqu'au 5 septembre.

Les derniers Fulmars quittaient définitivement la côte le 2 avril 1952 (4°4, 13 m/sec), pour ne revenir que le 14 octobre. En 1956, les derniers oiseaux quittaient la colonie fin mars et ne réapparaissaient que le 16 octobre.

Source MNHN Paris

Il en fut tout autrement pour les Pétrels des neiges, dont 250 à 300 représentants furent dénombrés entre les mois d'avril et septembre 1952, en 57 jours de visites.

La moyenne de température et de vent de ces 57 jours fut de 15,4 et 7,7 m/sec, alors que la moyenne générale de ces six mois d'hiver fut respectivement de 16° et 9,4 m/sec. En outre, pendant les visites des oiseaux, la température fut rarement inférieure à 20° (7 jours sur 57) et le vent rarement supérieur à 10 m/sec (12 jours sur 57). Le nombre des oiseaux présents varia de 1 à 50 environ, mais il n'était généralement pas supérieur à 4 sur l'île des Pétrels. Les visiteurs étaient souvent des couples séjournant sur le nid ou à proximité et dont l'activité vocale était parfois intense au crépuscule. Les conditions d'observations, moins favorables à la station ne nous ont pas permis de surveiller aussi longuement les allées et venues des Procellariens en 1956. Trente deux Pétrels des neiges furent observés entre les mois d'avril et septembre pour 14 jours de visites. Pendant les mois d'hiver correspondants, la température et le vent furent en moyenne de 14°9 et 9,7 m/sec alors que ces moyennes ne furent que de 13°2 et 7,3 m/sec pour les 14 jours de visite. Au cours de ces dernières, la température fut une fois seulement inférieure à 20° et le vent dépassa 3 fois 10 m/sec. Le nombre des oiseaux présents varia entre 1 et 4 et nous avons remarqué cette année-là que la plupart des visites eurent lieu après une débâcle partielle de la glace de mer.

Les visites hivernales du Pétrel des neiges sur les lieux de reproduction sont donc assez fréquentes. On les observe généralement pendant les journées bénéficiant d'un adoucissement relatif de la température ambiante, mais aussi lorsqu'une zone d'eau libre est proche de la côte.

Arrivée des oiseaux à la côte

Étant donné la fréquence des visites hivernales de certains individus des Pétrels des neiges, il paraît difficile de situer exactement la date des premières arrivées. En réalité, comme nous allons le voir, ces visites deviennent plus fréquentes et plus nombreuses à partir du moment où la température ambiante s'élève très sensiblement à l'approche du printemps.

Le 22 septembre 1952, 21 Pétrels des neiges étaient dénombrés sur l'île des Pétrels ; la température était ce jour-

Source MNHN Paris

là de —5°9 C, le vent de 3,5 m/sec alors qu'elle avait toujours été inférieure à —10° au cours de ce mois. Cette brusque élévation de température, amorcée le 21 septembre, était donc probablement à l'origine du retour précoce des oiseaux à la côte. Ils demeurèrent nombreux sur les îles, à l'exception d'une période allant du 2 au 14 octobre où la température resta très basse (—10 à —20° C). Les 12 et 13 octobre elle s'éleva à nouveau (—6 à —8°) et le 14 les oiseaux étaient de retour. La population des adultes était au complet le 2 novembre (—5°9, 4,2 m/sec).

En 1956, la température ambiante était relativement élevée en fin septembre, mais le vent et le chasse-neige restèrent violents et aucun oiseau ne fut observé. Les 20 premiers jours d'octobre furent également très froids, la température ne s'élevant réellement qu'à partir du 21 (—8°9 et 23,5 m/sec). Le 26, de nombreux arrivants occupaient leur nid sur l'île des Pétrels (—11°4, 9,5 m/sec).

En 1952, bien qu'un Damier du Cap ait séjourné à la côte le 11 septembre, les premiers n'arrivèrent en réalité que le 15 octobre (—9°6, 10 m/sec) et la majorité de la population était présente le 26 octobre (—8°2, 2 m/sec). En 1956 un couple fut observé pendant trois jours consécutifs, les 5, 6 et 7 septembre (température moyenne —17°, vent moyen 5,4 m/sec) mais les premiers oiseaux n'arrivèrent en réalité que le 20 octobre suivant (—16°6, 2.3 m/sec) ; ils étaient nombreux le 26 (—11°4, 9,4 m/sec), la température des deux jours précédents s'étant élevée jusqu'à —9°.

En 1952, les premiers Fulmars occupaient leurs nids le 14 octobre (—9°5, 1 m/sec), le 15 ils étaient 33 (—9°6, 9.7 m/sec). Par la suite l'effectif resta important à l'exception des jours de tempête ou de blizzard, tel le 14 novembre où un seul couple était présent (—10°1, 19,5 m/sec). En 1956, le premier visiteur fut noté le 16 octobre (—11°8, 12,6 m/sec), ils étaient 4 le 18 (—14°4, 4,3 m/sec) et 10 le 21 (—12°0, 6 m/sec). La majorité de la population séjournait à la colonie le 26 octobre (—11°4, 9,7 m/sec).

Ces différentes observations montrent que l'amélioration des conditions météorologiques locales, à l'approche du printemps, exerce un rôle déterminant sur l'apparition des premiers oiseaux. La plupart des représentants des trois espèces arrivent à la côte vers le 15-20 octobre, la majorité de la population étant présente dans les derniers jours du mois d'oc-

Source : MNHN, Paris

tobre. A cette époque la température est généralement supérieure ou égale à —10°, et la vitesse moyenne du vent inférieure ou tout au plus égale à 10 m/sec.

La ponte

La ponte des Pétrels des neiges s'étala sur 9 jours (4 au 12 décembre) en 1952 et sur 10 jours (2 au 11 décembre) en 1956. La grande majorité intervinrent pour les deux années entre les 5 et 8 décembre (température 1°7 à 3°9, vent 8 m/sec environ pour 1952, -0,01 à —1°2 et 9,7 m/sec en 1956). Il s'écoule selon l'année 36 à 51 jours entre les arrivées et la ponte du premier œuf (14-26 octobre au 2 décembre).

La ponte des Damiers du Cap dura 11 jours (25 novembre à 5 décembre) en 1952 et 12 jours (24 novembre à 5 décembre) en 1956, la majorité se plaçant pour les deux années entre les 27 novembre et 2 décembre (température moyenne 3°6, vent moyen 6,2 m/sec en 1952 et 4°0 et 9,4 m/sec respectivement en 1956). Pour cette espèce, 31 à 35 jours environ séparent les premières arrivées des premières pontes (15-20 octobre à 24 novembre).

La ponte des Fulmars fut longue de 13 à 11 jours respectivement pour les années 1952 et 1956 ; elle débuta les 5 et 6 décembre et la plupart eurent lieu entre les 7 et 10 décembre (température moyenne —2°5, vent moyen 7 m/sec en 1952, 1°0 et 8,5 m/sec en 1956). Il s'écoule donc plus de 50 jours entre les arrivées et l'apparition du premier œuf (15 octobre à 5 décembre). On remarquera tout particulièrement que, bien qu'arrivant à des dates à peu près analogues, les Pétrels des neiges et les Fulmars pondent après les Damiers du Cap.

L'incubation et l'éclosion

En 1952, il ne nous a pas été possible de contrôler l'éclosion des œufs de Pétrels des neiges sur nos nids marqués.

Planche V

1. — Couple de Damiers du Cap en parade à proximité du nid (octobre 1956).
2. — Couple de Pétrels des neiges au nid (mars 1956). Cette image illustre bien la situation topographique très particulière des nids de l'espèce.

Source MNHN, Paris

1

2

PLANCHE V

1

PLANCHE VI.

2

Au 10 janvier, date du départ de l'expédition, au 37e jour de l'incubation, aucun œuf n'était éclos. En 1956, à la date du 14 janvier nous avons trouvé 7 poussins, 7 œufs en pleine éclosion et 13 œufs non éclos sur 27 nids contrôlés dans une colonie de l'île des Pétrels ; 38 jours séparent donc la date moyenne des pontes (7 décembre) et celle des éclosions (14 janvier). De plus, en 1956, il s'était écoulé environ 39 à 40 jours entre la première ponte (3 décembre environ) et la première éclosion (vers le 11 janvier), et environ 42 jours entre les dernières pontes (12 décembre) et la dernière éclosion (23 janvier). On peut donc en déduire que l'incubation est longue de 38 à 42 jours. La température moyenne relevée sur 9 œufs en incubation était de 26° (21°4-31°6).

En 1952, la première éclosion d'œuf de Damier du Cap eut lieu le 5 janvier, les dernières le 20 janvier. La durée de l'incubation, comprise entre la ponte et la fin de l'éclosion, a été contrôlée sur 13 nids marqués ; elle variait entre 43 et 46 jours, la majorité atteignant 44 et 45 jours. La température moyenne de l'œuf en incubation était de 29°6 (22°9-33°6) pour 10 spécimens.

En 1952 la première éclosion eut lieu le 14 janvier, mais la majorité se produisit entre les 22 et 24. En 1957, la première fut observée le 20 janvier et la plupart eurent lieu les 22 et 23 janvier. Pour huit nids marqués, la durée de l'incubation (comprise entre le jour de la ponte et la fin de l'éclosion) atteignait 45 à 47 jours, la majorité 45 à 46 jours. Cependant, 40 jours seulement séparent la première ponte de la première éclosion en 1952-1953 contre 46 en 1956-1957. Il faut donc en conclure que les durées d'incubation ne sont pas aussi homogènes que pourraient le faire penser nos huit observations et que dans certains cas elles peuvent être plus courtes ou plus longues. Rappelons à ce propos que chez le Fulmar atlantique elles varient de 41 à 57 jours.

Planche VI

1 — **Fulmar antarctique couveur au nid (21 janvier 1957).**

2 — **Couple de Fulmars antarctiques dans la petite grotte creusée au niveau du nid encore recouvert de neige (octobre 1956).**

Source MNHN Paris

L'ÉLEVAGE DES POUSSINS

Acquisition de l'homéothermie.

Nous avons pu contrôler la croissance des poussins sur 14 nids de Pétrels des neiges, 12 nids de Damiers du Cap et 12 nids de Fulmars antarctiques pendant la totalité de la période d'élevage. Pour chacune de ces espèces nous avons tenté d'établir la durée pendant laquelle la régulation thermique imparfaite du poussin obligeait le parent à l'abriter sous son corps (1).

Chez le Pétrel des neiges, le premier poussin seul au nid (nid S) était noté le 21 janvier, le 10e jour après la première éclosion. Le 22 janvier, 8 poussins étaient seuls et leur poids moyen atteignait environ 160 g (143-185), celui de 7 autres sujets encore protégés par l'adulte étant de ± 100 g (55-135 g). Le 25 janvier, 7 sujets étaient seuls au nid ; leur poids moyen atteignait 172.4 g contre 181.5 g pour les 8 autres qu'abritaient les parents. On peut donc considérer qu'à cette date, la quasi-totalité des jeunes oiseaux paraissent capables de se défendre eux-mêmes contre le froid.

TABLEAU I

N° du nid	Date de l'éclosion	Jour où le poussin a été contrôlé seul au nid	Poids en g	Age en jours
E	20 - I - 56	31 - I - 56	244	12
G	12 - I - 56	22 - I - 56	185	10
S	15 - I - 56	22 - I - 56	?	7
Y	18 - I - 56	28 - I - 56	182	11
Z	23 - I - 56	28 - I - 56	75	6
3	19 - I - 56	25 - I - 56	80	7
5	15 - I - 56	22 - I - 56	168	8
6	15 - I - 56	22 - I - 56	210	10
			162	8.8

(1) En réalité, dans un premier temps, le poussin sort de la poche incubatrice et se tient à côté de son père ou de sa mère pendant un laps de temps plus ou moins long. Il ne nous a pas été possible de déterminer l'âge auquel s'effectuaient ces sorties pour chacune des espèces étudiés.

Source MNHN, Paris

Le tableau I nous montre les âges et les poids de quelques sujets au jour où ils furent trouvés seuls au nid pour la première fois. Les contrôles individuels n'ayant eu lieu que tous les 3 jours, il s'ensuit que *la plupart des poussins acquièrent leur homéothermie au plus tard entre les 6e et 9e jour*, leur poids corporel étant alors 3 à 4 fois supérieur à celui de la naissance. Le poussin Z né le 23 janvier avait acquis sa régulation thermique autonome entre les 4e et 6e jour et son poids était de 75 g seulement le 6e jour.

La température rectale moyenne de 7 jeunes poussins abrités sous le corps de l'adulte les 17 et 22 janvier 1961 était de 37°3 (36°7-38°2). Nous ne disposons malheureusement d'aucune mesure concernant des poussins plus âgés.

Chez le Damier du Cap, tous les poussins (13) étaient abrités par un adulte au 22 janvier 1956 et leur poids atteignait 159,6 g (100-230 g). Le 25, la majorité étaient seuls et leur poids était de 259,2 g (195-298). *Dans cette espèce, l'homéothermie paraît être acquise par les poussins entre les 11e et 14e jour*, au poids de ≃ 200 g, soit près de 5 fois le poids de naissance. La température rectale moyenne relevée chez 16 jeunes poussins abrités sous le corps de l'adulte les 18 et 22 janvier 1961 étaient de 37°9 (36°7-39°0).

Les 4 premiers poussins de Fulmars seuls au nid pesaient en moyenne 680 g (570-898) le 6 février contre 596 g (397-785) pour les 8 autres sujets abrités par leurs parents. Tenant compte comme pour les autres espèces de l'intervalle de 3 jours séparant les pesées, *on peut estimer que l'homéothermie apparaît entre les 15 et 18e jour ou plus tard*, le poids corporel dépassant 600 g, soit 7 fois environ le poids de naissance. Le tableau II apporte quelques précisions complémentaires sur 4 de nos sujets marqués.

Tableau II

N° du nid	Date de l'éclosion	Jour où le poussin a été contrôlé seul au nid	Poids en g	Age en jours
G	20 - I - 56	6 - II - 56	570	17
H	25 - I - 56	12 - II - 56	596	18
I	19 - I - 56	6 - II - 56	585	18
M	20 - I - 56	9 - II - 56	627	20

Source MNHN Paris

La croissance pondérale.

Pendant la durée de la période d'élevage, nous avons poursuivi l'étude de la croissance pondérale des poussins marqués de chaque espèce. La croissance individuelle de certains d'entre eux ayant été décrite antérieurement, il nous a paru utile d'insister plus particulièrement ici sur la croissance pondérale moyenne des sujets de l'espèce. Pour cela, nous avons établi pour chacune d'elle et pour chaque sujet la différence entre le poids moyen observé entre deux pesées consécutives et rapporté l'augmentation ou la diminution constatée au poids de la première. En totalisant les résultats obtenus pour l'ensemble des spécimens d'une même espèce, nous avons obtenu le pourcentage moyen d'accroissement de celle-ci durant une période de trois jours.

Les résultats de cette étude apparaissent dans la Figure 1. Il est particulièrement intéressant de remarquer que le Pétrel des neiges est l'espèce ayant le taux d'accroissement moyen le plus faible (10,2 %) suivi par le Damier du Cap (12,3 %) et le Fulmar antarctique (16,2 %). C'est donc l'oiseau dont le poids est le plus faible qui a le taux de croissance le moins élevé ; nous verrons plus loin quelles déductions nous pouvons tirer de cette observation. L'augmentation considérable du taux de croissance constatée le 9 février chez le Pétrel des neiges, et à un degré moindre chez le Fulmar antarctique et

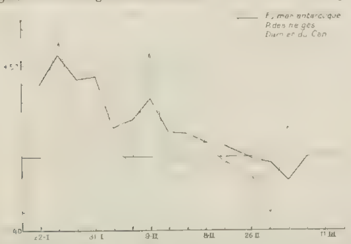


Fig. 1. — Taux d'accroissement pondéral moyen entre chaque pesée (en %).

Source MNHN Paris

le Damier du Cap, est probablement motivée par un retour massif des adultes à la côte après une période de mauvais temps.

On sait que chez les jeunes Procellariens le poids corporel passe par un maximum, puis décroît par la suite, l'apport d'aliments par les parents étant alors très irrégulier, voire même inexistant.

Les 14 poussins de Pétrels des neiges avaient acquis leur poids le plus élevé 519.6 g (423-624) entre les 26e et 39e jour, la majorité entre les 30 et 37e jour.

Tableau III

Date d'acquisition du poids le plus élevé
et durée de la période d'élevage
chez quelques poussins de Pétrel des neiges

N° du nid	Date de l'éclosion	Date de l'acquisition du poids le plus élevé	Poids en g	Date de l'envol	Poids à la dernière pesée	Durée totale de l'élevage en jours
I	14-I-56	15-II	534	26-II	360	42
K	15-I-56	18-II	530	1-II	282	45
Y	18-I-56	21-II	500	4 à 6-III	246	46-48
Z	23-I-56	21-II	560	7 à 9-III	486	44-46
5	15-I-56	15-II	654	1 à 3-III	252	46-48
6	16-I-56	18-II	547	4 à 6-III	282	48-50

Le poids moyen de nos sujets (14) à la dernière pesée précédant l'envol fut de 332 g (246-486), et ces oiseaux quittèrent les lieux de nidification après un élevage long de 42 à 50 jours (45-48).

Nos données sont beaucoup plus imprécises pour le Damier du Cap dont nous ne connaissons que la date moyenne des éclosions. Le poids moyen le plus élevé : 694 g (586-770) pour 12 spécimens, fut atteint entre les 12 et 26 février, soit 34 à 40 jours environ après l'éclosion. A la dernière pesée précédant le départ de la côte, le poids moyen de nos 12 sujets marqués était de 489 g (310-675). La durée individuelle de l'élevage des poussins atteignait à peu près 45 à 50 jours.

Les 12 poussins de Fulmars antarctiques obtinrent leur poids le plus élevé : 1241 g (1043-1406), entre le 21 février

Source MNHN Paris

et le 1er mars (entre les 33e et 41e jour environ). Le poids moyen enregistré avant l'envol était de 863 g (751-1072) et la durée de l'élevage individuel était de l'ordre de 48 à 56 jours (49-53).

Au Tableau IV figurent les dates d'acquisition du poids maximum et la durée de l'élevage de quelques poussins provenant de nos nids marqués.

Tableau IV

Date d'acquisition du poids le plus élevé
et durée de la période d'élevage
de quelques poussins de Fulmar antarctique

N° du nid	Date de l'éclosion	Date de l'acquisition du poids le plus élevé	Poids en g	Date de l'envol	Poids à la dernière pesée	Durée de l'élevage en jours
B	20-I-56	1-III	1345	7 à 10-III	1031	48-51
H	24-I-56	1-III	1334	15 à 16-III	766	51-52
I	19-I-56	1-III	1221	11 à 14-III	777	53-56
K	23-I-56	1-III	1043	11 à 14-III	823	49-52
L	25-I-56	1-III	1278	15 à 16-III	972	50-51
O	23-I-56	21-II	1205	11 à 14-III	834	49-52

On remarque donc que les départs des poussins des trois espèces étudiées s'effectuent entre les 25 février et 16 mars. Les jeunes Damiers du Cap et les jeunes Petrels des neiges partent les premiers entre les 25 février et 10 mars environ, les jeunes Fulmars entre les 6 et 16 mars. Pendant cette période, la température moyenne fut de 7°6 (4°9 à 11°0), le vent moyen de 14,6 m/sec (0 à 30 m/sec).

Au cours du cycle reproducteur, long de 119 à 131 jours (119-127 en 1952, 123-131 en 1956) pour le Damier du Cap, de 177 à 143 jours (131 à 143 en 1952, 117 à 129 en 1956) pour le Petrel des neiges et 145 à 155 jours pour le Fulmar antarctique, la température ambiante fut donc généralement supérieure ou tout au plus égale à —10°C.

La température rectale

La température rectale a été relevée sur un certain nombre de sujets de chaque espèce au cours de l'année 1952 et de l'été austral 1960-61.

Source MNHN Paris

1°) *Pétrel des neiges.*

La température rectale moyenne de 26 oiseaux était de 38°7 (37°6-40°5, ±0,67. Nous avons vu précedemment que 7 jeunes poussins encore abrités sous l'adulte avaient une température moyenne de 37°3 (36°7-38°2).

2°) *Damier du Cap.*

29 sujets de l'espèce ont donné une température rectale moyenne de 39°1 (38°1-40 0) ±0,53. Celle de 16 jeunes poussins était de 37°9 (36°7-39°0) ±0,63.

3°) *Fulmar antarctique.*

Les 23 oiseaux mesures avaient une température rectale moyenne de 38°8 (37°6-40°0) ±0,59.

La mortalité

Chaque expedition arrivant en Terre Adélie au milieu du cycle reproducteur annuel des Procellariens, il ne nous a pas été possible d'estimer la mortalité d'une espèce determinee pendant la durée d'un même cycle reproducteur. Néanmoins, les decomptes portant sur la fin d'un cycle et le début du suivant nous permettent d'en avoir une idée assez exacte

Il nous faut d'abord insister sur le fait qu'aucun déces d'adulte n'a éte enregistré dans les colonies d'études. On peut donc supposer que les Procellariens adultes, comme les Sphéniscidés, meurent pour la plupart pendant leur séjour a la mer. Il en est tout autrement au stade des œufs et des poussins.

Chez le Pétrel des neiges, il y eut 18 abandons d'œufs pour 49 pontes observées dans trois colonies de l'île des Petrels entre les 5 décembre 1952 et 10 janvier 1953, soit un pourcentage de décès de 36,7 %. En 1956, dans une colonie ou 27 œufs avaient eté pondus, il y eut six decès (3 œufs a l'éclosion et 3 jeunes poussins) entre le 14 janvier et le 7 mars 1956, soit 22,2 %. En totalisant très arbitrairement ces resultats, nous obtenons une mortalité voisine de 55 à 60 %.

Dans deux colonies de Damier du Cap, il y eut 13 œufs désertes sur 56 pontes observees entre le 26 décembre 1952 et le 10 janvier 1953, soit une mortalite de 23,2 %. En 1956,

Source MNHN Paris

il n'y eut que 2 décès (1 œuf, 1 poussin) entre le 14 janvier et le 4 mars, sur 14 nids contrôlés, soit un pourcentage de décès de 14,3 %. L'addition de ces deux résultats donne une mortalité de l'ordre de 35 à 40 %.

Enfin, chez le Fulmar antarctique, 11 des 32 œufs que comptait la colonie furent délaissés par les couveurs, entre le 6 décembre 1952 et le 10 janvier 1953, soit une proportion de décès de 13,7 %. En 1956, nous avons compté 6 œufs abandonnés pour 32 pontes, soit 18,7 %, entre le 14 janvier et le 15 mars 1956, aucun décès de poussin n'étant enregistré pendant cette période.

Au début du cycle reproducteur suivant, 7 œufs furent abandonnés sur un total de 21 nids contrôlés entre les 6 décembre et 22 janvier 1957, soit une mortalité de 33,3 %. Le nombre de jeunes Fulmars en vie à la fin de la période d'élevage représente selon l'année 40 à 60 % des œufs pondus.

Comparaison avec les autres colonies de reproduction

Cette confrontation des dates des principaux événements du cycle annuel s'adressera exclusivement au Pétrel des neiges, dont on sait que certaines colonies ont une situation géographique beaucoup plus méridionale que celle de Pointe Géologie.

Les premières ont été observées par Siple et Lindsey (1937, près de la Bay of Whales (78°31 S, 163°56 W)

Les secondes établies en Dronning Maud Land à 300 km de la côte et à 1 500 mètres d'altitude (70°30 à 71°55 S) ont été visitées par Lövenskiold (1960).

Les colonies découvertes par T. van Autenboer (*in* Loy, 1962) sont également situées à plus de 200 km à l'intérieur du Continent antarctique, dans les Sör Rondane Mountains (72° S environ, autour du 24e degré de longitude E).

Enfin, les dernières, étudiées par Maher (1962), se trouvent à Cape Hallett (72°18 S, 170°18 E) en Victoria Land.

1. Les premiers oiseaux furent observés par Siple et Lindsey (1937, dans la *Bay of Whales* (78°31 S, 163°56 W) le 31 octobre 1929 et le 6 octobre 1934 ; le dernier fut le 13 mars. Quoique se trouvant à près de 80 km des sources de nourriture les plus proches, les oiseaux des colonies voisines de

Source MNHN Paris

cette station ont des dates d'arrivées et de départs analogues à celles de Pointe Géologie.

2. En *Dronning Maud Land*, LØVENSKIOLD insiste tout particulièrement sur la topographie des nids, bien abrités dans les éboulis rocheux entre 10 et 50 cm de profondeur. La ponte avait débuté au 30 novembre et le 10 janvier le premier poussin était né. Ces dates s'apparentent donc plus à celle de Cape Hallett qu'à celle des Sôr Rondane Mountains, mais nous ne disposons d'aucune observation météorologique locale pour avoir une idée du climat de ce site de reproduction. Au 10 janvier 1952, sur 14 nids, 3 étaient vides, 10 possédaient un œuf ou un poussin. Le pourcentage des décès est de ce fait difficile à évaluer, mais il apparaît dans ces colonies observées par LØVENSKIOLD et van AUTENBOER un facteur de mortalité très particulier : la prédation par les Skuas, que ces deux auteurs ont pu directement observer et qui ne l'a jamais été à Pointe Géologie. Elle est probablement motivée par l'éloignement de la mer, qui contraint les Skuas à attaquer et à dévorer les poussins bien que ces derniers ne leur fournissent qu'une quantité de lipides et de protéines tout à fait négligeable.

3. Dans les colonies des *Sor-Rondane Mountains*, les premiers oiseaux furent observés le 12 octobre, les premiers œufs le 6 décembre 1959 à Pingvinane et le 7 décembre 1961 à Menipa. Si les dates d'arrivées sont à quelque chose près identiques à celles de Pointe Géologie, celles des pontes sont légèrement plus tardives. Les conditions climatiques et l'enneigement des nids sont probablement responsables de ce léger décalage.

4. *Colonies de Cape Hallett*. Les températures moyennes de Cape Hallet. et Pointe Géologie, pour les six mois pendant lesquels s'effectue le cycle reproducteur du Pétrel des neiges, sont données au Tableau V. On remarquera que les trois mois de plein été décembre, janvier, février sont plus chauds à Cape Hallett, alors que c'est exactement l'inverse pour les mois d'hiver. De ce fait, la température moyenne de Cape Hallett est inférieure de 1°C seulement à celle de Pointe Géologie pour les six mois envisagés.

Source MNHN Paris

TABLEAU V

Moyennes mensuelles de température
à Cape Hallett (1957 à janvier 1961)
et à Pointe Géologie (d'après les relevés météorologiques
des années 1956 à 1962)

	Station Dumont d'Urville	Cape Hallett
Octobre	—12°6	—17°5
Novembre	— 7°0	— 8°9
Décembre	— 2°2	— 1°9
Janvier	— 1°5	— 1°2
Février	— 4°0	— 3°2
Mars	— 8°8	— 9°7

Or, ces données ne tiennent aucun compte de la vitesse du vent qui, comme nous le savons, est le facteur prédominant du climat adélien. En conséquence, il est vraisemblable de supposer que le « *pouvoir de refroidissement* » de l'ambiance de Cape Hallett n'est guère différent de celui de Pointe Géologie, malgré les 6° de latitude séparant ces deux stations.

Les oiseaux arrivent fin octobre - début novembre et la période des œufs s'étend du 25 novembre au 10 janvier, celle des poussins du 10 janvier au 6 mars, le premier jeune ayant volé le 19 mars. La ponte a donc lieu près de 8 jours avant celle de Pointe Geologie et 25 jours seulement la séparent des arrivees contre 36 à 51 environ à Pointe Géologie. Cette précocité relative de la ponte à Cape Hallett est peut être en relation avec les précipitations neigeuses, qui atteignent un minimum au cours du mois de novembre. La periode des œufs s'etend sur 46 jours à Cape Hallett (25 novembre au 10 janvier), alors qu'à Pointe Géologie il s'ecoule 39 à 40 jours seulement entre la première ponte et la première éclosion (3 décembre au 11 janvier environ).

On en conclut donc immédiatement à une augmentation sensible de la durée individuelle de l'incubation à Cape Hallett. Or, les Pétrels des neiges de cette region étant, comme nous le verrons plus loin, plus légers et plus petits que ceux de Pointe Géologie, il faut en déduire que cette augmentation est motivée par une moins bonne protection contre le froid, même si les œufs produits sont plus légers, comme il est légitime de le supposer. Le même facteur nous paraît

Source MNHN Paris

également influer sur l'allongement de la période d'élevage à Cape Hallett. En effet, l'écart précédemment observé s'accroît encore à ce stade puisqu'il s'écoule près de 70 jours (10 janvier à 19 mars) à Cape Hallett entre la première éclosion et le départ du premier jeune contre 50 jours seulement à Pointe Géologie (11 janvier au 1er mars). Mais il est aussi légitime de penser que l'éloignement de la mer augmente le trajet des adultes et provoque par conséquent une dépense supplémentaire d'énergie. La quantité de calories qu'elle nécessite, si minime soit elle, ne peut être prélevée qu'au détriment de celles qui sont apportées au poussin.

Le poids des adultes

Il nous a paru intéressant de comparer les poids des Procellariens adultes et jeunes avec ceux qu'ont obtenu quelques auteurs antérieurs.

Le poids moyen des Pétrels des neiges adultes est de 377 g pour 14 spécimens de Pointe Géologie. Le poids du plus gros : 521 g, représente plus de deux fois celui du plus petit : 242 g. Les six oiseaux de sexe femelle pèsent en moyenne 347 g (242-425), les 8 mâles 399 g (310-521). Les 20 oiseaux de Maher pèsent 272.2 g ; le plus gros (312 g) excède de 86 g seulement celui du plus petit (226 g), et les 6 femelles pèsent 263 g (229-302), contre 276 g (226-312) aux 14 mâles. Une différence de plus de 100 g sépare donc les poids moyens des adultes de ces deux régions ; elle est beaucoup plus accusée dans le sexe mâle et l'écart entre les extrêmes est plus grand à Pointe Géologie. Cette différence se retrouve également chez les jeunes de l'espèce au moment de l'envol ; le poids de nos sujets dans les trois jours précédant l'envol était de 332 g (246-486) pour 11 spécimens. Celui de 5 sujets pesés par Maher le 6 mars n'était que de 225 g (178-275). La différence entre les poids moyens de cette catégorie d'âge reste supérieure à 100 g.

Les cinq spécimens collectés par Bierman et Voous (1950), entre 62° et 65°24 de latitude Sud et entre 10°18 et 22°54 de longitude Ouest, se rapprochent beaucoup plus des sujets de Maher que des nôtres. Leur poids moyen est de 277 g (235-365), les 4 mâles atteignent 294 g contre 260 pour une femelle.

Source : MNHN, Paris

Ces inégalités de poids sont beaucoup moins accusées chez les autres espèces.

Les Damiers du Cap pesés par BIERMAN et VOOUS (1950) atteignent 450 g (405-500) pour 9 mâles et 403 g (375-440) pour 8 femelles ; ceux de HOLGERSEN (1947) 443 g (405-485) pour 6 mâles, 411 g (375-450) pour 4 femelles. Les nôtres étaient respectivement de 422 g (396-443) pour 6 mâles et de 425 g (397-448) pour 3 femelles.

Enfin, les Fulmars antarctiques de Pointe Géologie pesaient en moyenne 755 g (662-868). Les 3 femelles atteignaient 696 g (662-746), les 3 mâles 814 g (770-868). Les poids des sujets de BIERMAN et VOOUS sont à peu près équivalents : 740 g pour 3 femelles et 795 g pour 3 mâles.

TABLEAU VI

Poids moyen des œufs, poids moyen des femelles et rapport poids du corps/poids de l'œuf chez les trois espèces de Procellariens

	Poids moyen de l'œuf	Poids moyen des ♀	Rapport poids de l'œuf poids du corps en %
Pétrel des neiges	56,9 (6) (49,2-65,0)	347,3 (6) (242-425)	16,4
Damier du Cap	67,3 (10) (58,5-77,9)	425,3 (3) (397-448)	15,9
Fulmar antarctique	103,8 (13) (96,7-118,8)	696,5 (3) (662-746)	14,9

DISCUSSION

Nous venons de voir qu'à l'exception de légères différences portant sur la date des pontes, la durée de l'incubation et la période d'élevage, le cycle reproducteur des trois espèces de Procellariens antarctiques s'effectue à quelque chose près pendant une même période qui est celle de l'été antarctique.

On sait que l'incubation et la période d'élevage des poussins doivent s'effectuer au moment où les conditions climatiques sont les plus favorables ; c'est effectivement ce qui se passe, le cycle reproducteur se situant, comme nous avons pu le constater, pendant la période où la température est généralement supérieure à —10°C. En conséquence, l'incu

Source MNHN Paris

bation débute en décembre au moment où l'enneigement est minimum et la température ambiante proche de 0° C, ce qui a pour effet de placer le début de l'élevage des poussins au moment où elle atteint son niveau le plus élevé. Ces derniers quittent donc la côte antarctique peu avant le sensible refroidissement de la période automnale.

La période d'élevage de ces Pétrels correspond également à celle où les prélèvements alimentaires des Sphéniscides (Manchot Adélie et Manchot empereur) atteignent un maximum (élevage des poussins pour la première, préparation au jeûne physiologique hivernal pour la seconde). Les trois espèces de Procellariens ne représentent cependant qu'une biomasse consommante totale négligeable par rapport à celle que constituent les Sphéniscidés ou les Pinnipèdes (PRÉVOST, 1963), et c'est probablement pourquoi, à ce stade, la compétition alimentaire ne paraît pas leur être défavorable, qu'elle s'exerce ou non dans les mêmes zones pélagiques. Les jeunes Pétrels quittent la côte antarctique à peu de chose près au moment où les Manchots empereurs — qui représentent en poids la biomasse la plus importante de l'Archipel de Pointe Géologie — y reviennent pour accomplir leur cycle reproducteur. Ils peuvent ainsi profiter d'une quantité accrue d'aliments au moment où la productivité planctonique atteint son apogée. La chronologie du cycle reproducteur aurait donc pour effet de placer le départ des jeunes de l'espèce au moment même où ils peuvent disposer d'un maximum d'aliments.

Si le cycle reproducteur débutait beaucoup plus tôt, au printemps, cela aurait pour conséquence de placer l'incubation à une période de fort enneignement, ce qui aggraverait notablement la mortalité au stade des œufs. Les adultes étant soumis à des températures plus basses, leurs besoins alimentaires seraient plus grands ; enfin, les jeunes oiseaux regagneraient la mer à une période où la compétition alimentaire serait plus intense.

On peut donc être certain que la chronologie du cycle reproducteur des Pétrels des neiges, Damiers du Cap et Fulmars antarctiques, répond à des impératifs d'ordre climatique et alimentaire, ces derniers n'ayant pas, semble-t-il, un rôle déterminant.

Ceci étant établi, il nous reste à préciser un aspect particulièrement important de l'écologie de ces oiseaux et qui a

Source MNHN Paris

trait aux différences existant dans la situation topographique de leurs nids et de leurs colonies.

Les colonies de Damiers du Cap sont établies sur les versants exposés au vent dominant et au voisinage du sommet des îlots de l'archipel. En conséquence, les nids et les oiseaux qui les occupent subissent à peu près directement l'agression du vent. Les nids sont rarement enneigés et c'est sans doute pourquoi la ponte est plus précoce et la mortalité au stade des œufs et des poussins plus faible que chez les autres espèces. Par contre, l'exposition quasi directe des adultes aux aggressions climatiques implique probablement des apports alimentaires plus grands et va de pair avec une température rectale plus élevée que chez les autres espèces.

La plupart des nids de la colonie de Fulmars antarctiques sont établies sur une falaise abrupte exposée au Nord. Ils sont donc abrités des vents dominants et directement exposés au rayonnement solaire. Si quelques nids sont très découverts, d'autres sont situés dans les petites excavations naturelles de la paroi rocheuse. Bien que son poids atteigne presque le double de celui du Damier du Cap, cet oiseau se reproduit dans un endroit remarquablement bien protégé. L'enneigement y est de ce fait fréquent et le taux de mortalité des œufs et des jeunes poussins presque aussi élevé que chez le Pétrel des neiges ; en contre partie, le taux de croissance est le plus fort des trois espèces étudiées.

Les Pétrels des neiges nidifient dans les éboulis qui entourent la base des falaises rocheuses. Les colonies ne sont pas directement exposées au vent dominant, mais la paroi qui les surplombe entretient au niveau de ces éboulis un courant tourbillonnaire de vitesse à peu près équivalente. Un rocher forme en général le toit du nid, situé à 20 ou 30 cm d'un orifice de sortie assez large ; il existe quelquefois un second orifice plus étroit à l'arrière du nid. Au niveau de ceux-ci, les multiples aspérités du sol freinent considérablement l'écoulement du vent. Cette diminution de vitesse est probablement plus importante que celle qui a été enregistrée à la hauteur des oiseaux dans les colonies de Manchots Adélie (Sapin-Jaloustre, 1960) et sur la zone de reproduction des Manchots empereurs (Prévost, 1961). Enfin l'absence de rayonnement solaire et la faible vitesse du vent provoquent un enneigement beaucoup plus important dans l'aire du nid que sur les rochers qui le recouvrent, amenant une mortalité considérable au stade des œufs.

Source MNHN Paris

Nous savons en effet que le plus petit des Procellariens antarctiques, le Pétrel de Wilson — l'adulte pèse 40 g environ et le poussin 7 g à sa naissance (ROBERTS, 1940) — nidifie dans des terriers mieux abrités encore que celui du Pétrel des neiges et dont l'orifice d'accès ne dépasse guère la taille de l'adulte. Ce mode de nidification, que l'on rencontre chez d'autres oiseaux se reproduisant dans des régions au climat hostile, n'a donc pour effet que de soustraire l'œuf et le poussin aux excès de ce climat. De ce fait la température du terrier est beaucoup plus uniforme que la température ambiante, comme l'a montré ROBERTS (1940) chez le Pétrel de Wilson [1]. L'enneigement fréquent des voies d'accès du terrier est un facteur de mortalité important mais l'espèce arrive néanmoins à se maintenir malgré la taille très réduite de ses représentants, sous les dures conditions du climat antarctique, alors qu'elle en serait totalement incapable si la nidification avait lieu à découvert. Le Pétrel des neiges, qui est après le Pétrel de Wilson le plus léger des Procellariens antarctiques, utilise comme ce dernier un mode de nidification qui lui procure des avantages à quelque chose près comparables. Malgré les inconvénients inhérents à l'enneigement, la nidification « semi-hypogée » offre à cet oiseau une protection importante contre l'hostilité du climat et c'est en partie à elle qu'il doit de pouvoir se maintenir sous les hautes latitudes du Continent antarctique.

Comme chez le Pétrel de Wilson, elle s'accompagne de l'acquisition relativement précoce de l'homéothermie chez le poussin. En contre-partie, le taux de croissance reste faible, les aliments devant satisfaire à la fois au maintien de la température interne et aux besoins de la croissance.

Cet oiseau est également celui dont la température rectale est la moins élevée des trois espèces étudiées ici et dont les dépenses énergétiques sont, par voie de conséquence, les plus faibles. A l'économie ainsi réalisée vient donc s'ajouter celles que l'oiseau peut retirer d'un site de nidification bien protégé, et ceci n'est pas sans rappeler l'écologie d'un autre oiseau hautement antarctique, le Manchot empereur. On sait

(1) La nidification hypogée existe également chez d'autres espèces se reproduisant dans les régions sub-antarctiques et dans les hautes altitudes des régions montagneuses. Les travaux de PAULIAN (1953) chez *Haloboena coerulea* et de DORST (1962) sur certains oiseaux des Hautes Andes péruviennes ont montré le rôle protecteur joué par les terriers utilisés par ces espèces.

Source MNHN Paris

en effet que ces oiseaux sont soumis dans leur colonie à un micro-climat bien plus favorable que le climat environnant ; il en résulte une sensible diminution des dépenses énergétiques que la mise en « tortues » fait tomber à un minimum au cours de l'hiver (Prévost, 1958, 1961). On comprend ainsi d'autant mieux pourquoi le Pétrel des neiges a pu malgré sa taille réduite, coloniser les latitudes élevées. Ceci ne veut pas dire pour autant qu'il soit aussi hautement antarctique qu'on a pu parfois le prétendre. Le fait que le pouvoir de refroidissement de l'ambiance de Cape Hallett soit à peu près équivalent à celui de Pointe Géologie, situé cependant beaucoup plus au Nord, montre à l'évidence que les données climatologiques et micro-climatologiques d'un site de reproduction apportent infiniment plus de renseignements que la simple définition de la situation géographique et qu'une ambiance n'est pas nécessairement plus froide parce que sa latitude est plus élevée. Une preuve supplémentaire nous est donnée par l'absence totale de Pétrels des neiges nidificateurs et de Procellariens à Port-Martin (Cendron, 1953), situé à peu près à la même latitude (66°9 S, 141°23 E) que Pointe Géologie, mais dont le climat est infiniment plus sévère et les vents chargés de neige quasi permanents.

Conclusion

Par le choix d'un micro-milieu approprié, chacune des espèces de Procellariens dont il est question ici a résolu les problèmes qui lui étaient posés.

La nidification « semi-hypogée » de la plus petite, le Pétrel des neiges, s'accompagne de l'acquisition précoce de l'homéothermie chez le poussin ; bien qu'il augmente la mortalité au stade des œufs, l'enneigement est moins néfaste à l'espèce que la nidification à découvert. C'est l'espèce où le poids de l'œuf est proportionnellement le plus grand (16,4 % du poids du corps) et où la température d'incubation et la température rectale sont les plus basses.

Quoique très différente du précédent, la nidification du Fulmar antarctique — le plus grand et le plus lourd des trois — se fait dans un site également bien protégé dont les avantages l'emportent nettement sur les inconvénients qu'entraîne l'enneigement. L'acquisition très tardive de l'homéo-

Source : MNHN, Paris

thermie va de pair avec un taux de croissance élevé. C'est l'espèce où le rapport entre le poids de l'œuf et celui du corps est le plus bas (14,9 %). La température d'incubation paraît être élevée, alors que la température rectale est intermédiaire entre celle du Pétrel des neiges et du Damier du Cap.

Chez ce dernier, la nidification s'effectue à découvert dans des endroits à peu près directement exposés au vent dominant. C'est l'espèce où la mortalité atteint le taux le plus faible. La précocité de l'homéothermie, le taux de croissance, le rapport du poids de l'œuf au poids du corps (15,9 %), la température d'incubation et le poids du corps de l'adulte sont intermédiaires entre les espèces précédentes ; par contre, la température rectale est sensiblement plus élevée que chez ces dernières.

SUMMARY

The present ecological study concerns the three following species nesting at Pointe Géologie Archipelago : the Snow petrel, the Cape pigeon and the Antarctic fulmar.

Winter visits and spring arrivals are analyzed as well as climatic conditions involved.

Occurrence of egg-laying and hatching, length of incubation are investigated for each species concerned, as well as chick growth, setting of temperature control, adult and chick cloacal temperatures, mortality rates of eggs and chicks.

The comparison of our data for the Snow petrel at Pointe Géologie with those of Maher at Cape Hallett emphasizes the difference in weight of adults and the difference of length in breeding cycles at these two stations.

Finally the nesting habits of these three Antarctic petrels are discussed.

BIBLIOGRAPHIE

Bierman, W. H., and Voous, K. H., 1950. — Birds observed and collected during the Whaling expeditions of the « Willem Barendsz » in the Antarctic, 1946-1947 and 1947-1948. *Ardea*, 37 : 1-123.

Gendron, J., 1953. — Note sur les oiseaux de la Terre Adélie. *Oiseau et R.F.O.*, 23 : 212-220.

Dorst, J., 1962. — A propos de la nidification hypogée de quelques oiseaux des Hautes Andes péruviennes. *Oiseau et R.F.O.*, 32 : 5-14.

Source MNHN Paris

ETCHÉCOPAR, R. D., et PRÉVOST, J., 1954. — Données oologiques sur l'avifaune de Terre Adélie. *Oiseau et R.F.O.*, 24 : 227-247.

FALLA, R. A., 1937. — Birds. *B.A.N.Z. Antarctic Research Expedition 1929-1931*, Rep. sér. B, Vol. II : 1-288.

HOLGERSEN, H., 1947. — Antarctic and Sub-Antarctic birds. In : *Scientific results of the Norvegian Antarctic Expedition 1927-1928* et sqq., pp. 1-100. Oslo.

KENDEIGH, S. C., 1961. — Energy of birds conserved by roosting in cavities. *Wilson Bull.*, 73 : 140-147.

LOY, W., 1962. — Ornithological profil from Iceland to Antarctica. *Le Gerfaut*, 52 : 626-640.

LÖVENSKIOLD, H. L., 1960. — The snow petrel *Pagodroma nivea* nesting in Dronning Maud Land. *Ibis*, 102 : 132-134.

MAHER, W. J., 1962. — Breeding biology of the snow petrel near Cape Hallett, Antarctica. *The Condor*, 64 : 488-499.

MURPHY, R. C., 1936. — *Oceanic birds of South America.* Mac Millan, New-York. 2 vol.

PAULIAN, P., 1953. — Pinnipèdes, Cétacés, Oiseaux des Iles Kerguelen et Amsterdam. *Mém. Inst. Sci. Madagascar*, sér. A, 8 : 111-234, 30 pl.

PRÉVOST, J., 1953 a. — Note sur la reproduction du Fulmar antarctique, *Fulmarus glacialoides* (A. Smith). *Alauda*, 21 : 157-164.

PRÉVOST, J., 1953 b. — Note sur l'écologie des Pétrels de Terre Adélie. *Alauda*, 21 : 206-222.

PRÉVOST, J., 1958. — Note complémentaire sur l'écologie des Pétrels de Terre Adélie. *Alauda*, 26 : 125-130.

PRÉVOST, J., 1961. — Ecologie du Manchot empereur, *Aptenodytes forsteri* Gray. Paris, Hermann, 204 p.

PRÉVOST, J., 1963. — Influence des facteurs bio-climatiques sur le nomadisme des Manchots empereurs à la colonie de Pointe Géologie. *Oiseau et R.F.O.*, 33 : 89-102.

PRÉVOST, J., 1963. — Densité de peuplement et biomasses des Vertébrés terrestres de l'Achipel de Pointe Géologie, Terre Adélie. *La Terre et la Vie*, 17 : 35-49.

ROBERTS, B. B., 1940. — The life cycle of the Wilson's Petrel *Oceanites oceanicus* (Kühl). *British Graham Land Expedition 1934-37*, Sci. Rep., I : 141-194.

SAPIN-JALOUSTRE, J., 1960. — *Ecologie du Manchot Adélie.* Paris, Hermann.

SIPLE, P. A., and LINDSEY, A. A., 1937. — Ornithology of the second Byrd Antarctic Expedition. *The Auk*, 54 : 147-159.

TICKELL, W. L. N., 1960. — The Dove prion, *Pachyptila desolata* Gmelin. F.I.D.S. Sci. Rep. n° 33, 55 p.

WARHAM, J. — Breeding behaviour in Procellariforms. 1er *Symposium de Biologie Antarctique*, Paris 1962 (sous presse).



Source MNHN Paris